

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-126194

(43)Date of publication of application : 11.05.2001

(51)Int.Cl. G08G 1/16
B60R 21/00
G01S 13/10
G01S 13/42
G01S 13/60
G01S 13/93
G08B 21/00

(21)Application number : 11-308467

(71)Applicant : NIPPON AVIONICS CO LTD

(22)Date of filing : 29.10.1999

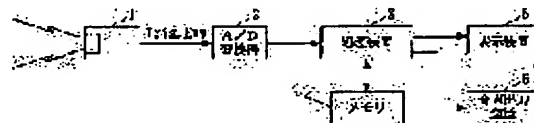
(72)Inventor : WAKAMIYA TOSHINARI
MATSUMURA HIROSHI

(54) METHOD AND DEVICE FOR DETECTING OBSTACLE FOR VEHICLE, AND RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To judge a danger of the collision of an individual obstacle with one's own vehicle.

SOLUTION: A radar 1 irradiates electromagnetic wave and detects reflection wave. A processor 3 searches the target to be an obstacle based on the detection result of the reflection wave by the radar, calculates a target position, the relative speed between the target and the one's own vehicle and the collision predicting time of the target with the one's own vehicle, predicts a danger in the collision of the target with the one's own vehicle based on the calculation result and permits a sound output device 6 to issue alarm in the case where a possibility of danger of collision exists.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.07.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The reflected wave of the electromagnetic wave emitted from the small radar which can be carried in a car is detected. The 1st procedure which detects the target which can serve as an obstruction based on the detection result of this reflected wave, The location of said target, the relative velocity of said target and self-car and said target, and the 2nd procedure that computes the collision prediction time amount of a self-car, The obstruction detection approach for cars characterized by having the 3rd procedure which emits an alarm when the danger of said target and collision of a self-car is predicted based on the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target and there is danger of a collision.

[Claim 2] In the obstruction detection approach for cars according to claim 1 said 1st procedure About each sampled value which sampled the detection result of said reflected wave, a threshold is computed from the sampled value before and behind that. It is the procedure extracted for the purpose of the sampled value exceeding this threshold. Said 2nd procedure Judge the cross-correlation relation between the target under tailing detected by the last radar scan, and the newly detected target, and matching and the movement condition of each target are decided for the target under tailing, and the newly detected target. It is the procedure which computes the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target. Said 3rd procedure The obstruction detection approach for cars characterized by being the procedure of judging whether there being danger of said target and collision of a self-car by comparing the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target with the value set up beforehand.

[Claim 3] The small radar which can be carried in the car which emits an electromagnetic wave and detects a reflected wave, The alarm-output means for telling that there is danger of the collision with an obstruction, The target which can serve as an obstruction based on the detection result of the reflected wave by said radar is detected. The location of said target, the relative velocity of said target and self-car and said target, and the collision prediction time amount of a self-car are computed. Obstruction detection equipment for cars characterized by having a processing means to make an alarm output to said alarm-output means when the danger of said target and collision of a self-car is predicted based on this calculation result and there is danger of a collision.

[Claim 4] In the obstruction detection equipment for cars according to claim 3 said processing means About each sampled value which sampled the detection result of said reflected wave, a threshold is computed from the sampled value before and behind that. Judge the cross-correlation relation between the target under tailing which detected for the purpose of the sampled value exceeding this threshold, and was detected by the last radar scan, and the newly detected target, and the target under tailing and the newly detected target are matched. Obstruction detection equipment for cars characterized by judging whether there is danger of said target and collision of a self-car by computing the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target by deciding the movement condition of each target, and comparing this calculation result with the value set up beforehand.

[Claim 5] Are the record medium which recorded the obstruction detection program for cars which detects the obstruction around a car, and the reflected wave of the electromagnetic wave emitted from the small radar which can be carried in a car is detected. The 1st procedure which detects the target which can serve as an obstruction based on the detection result of this reflected wave, The location of said target, the relative velocity of said target and self-car and said target, and the 2nd procedure that computes the collision prediction time amount of a self-car, The record medium which recorded the obstruction detection program for cars for making a computer perform the 3rd procedure which emits an alarm when the danger of said target and collision of a self-car is predicted based on the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target and there is danger of a collision.

[Claim 6] In a record medium according to claim 5 said 1st procedure About each sampled value which sampled the detection result of said reflected wave, a threshold is computed from the sampled value before and behind that. It is the procedure extracted for the purpose of the sampled value exceeding this threshold. Said 2nd procedure Judge the cross-correlation relation between the target under tailing detected by the last radar scan, and the newly detected target, and matching and the movement condition of each target are decided for the target under tailing, and the newly detected target. It is the procedure which computes the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target. Said 3rd procedure The record medium characterized by being the procedure of judging whether there being danger of said target and collision of a self-car by comparing the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target with the value set up beforehand.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] When this invention is applied to cars, such as a passenger car, a truck, or a motorcycle, and a suitable obstruction detection technique is started, especially the danger of each obstruction is judged and there is danger of a collision, it relates to the obstruction detection approach for cars, the obstruction detection equipment for cars, and the record medium which can emit an alarm.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as obstruction detection equipment for cars, the thing using the sensor by the supersonic wave is in use. In the case of a passenger car, the usual ultrasonic sensor is attached in four corners of a vehicle, and is detecting the target within the distance of about 50cm. Moreover, two or more ultrasonic sensors are attached behind a car, and there is also obstruction detection equipment which detects the target within distance (1-2m). In the case of a corner sensor, there is much what operates by the low speed below 20 km/h extent. Moreover, in the case of a back sensor, only when a gear goes into reverse, usually, it operates.

[0003] Such conventional obstruction detection equipment transmits a supersonic wave, it is detection within the limits, and when there is a reflective signal, judges that there are obstructions, such as human being, a telegraph pole, and a guard rail, and emits an alarm to a passenger. If an obstruction is detected especially, while carrying out singing of the audible sound, there are many methods which emit an alarm among passengers by displaying the location of a detection sensor on the liquid crystal display built into the driver's seat dashboard. With this obstruction detection equipment, the passenger is told about danger by carrying out singing of the audible sound intermittently, when an obstruction is far away, and carrying out singing of the audible sound continuously, when an obstruction is in near.

[0004] Moreover, there is also obstruction detection equipment which uses a television camera or an infrared camera instead of an ultrasonic sensor. This obstruction detection equipment carries out the image processing of the image picturized with the camera, and detects an obstruction. Moreover, in JP,7-229961,A, the obstruction detection equipment which displays the information which detected and detected the distance to the obstruction of car side back and the direction of an obstruction using the infrared ray radar on a mounted display unit is proposed.

[0005] Furthermore, in JP,8-166448,A, the obstruction detection equipment which displays a subcarrier in quest of the distance to an object based on the phase contrast of pulse modulation, or the modulating signal of an electromagnetic wave which carried out amplitude modulation and the detection signal of a reflected wave is proposed. And in JP,9-318740,A, the obstruction detection equipment which detects an obstruction using the radar which transmits and receives a laser beam is proposed.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the conventional obstruction detection equipment using an ultrasonic sensor, there was a trouble that an ultrasonic sensor incorrect-operated to the phenomenon of rain, snow, ice (freezing), etc. For example, an alarm is always emitted from the ultrasonic sensor which froze over although there was no obstruction at the time of early morning starting in a cold district, and the alarm function itself must be stopped after all in many cases. Moreover, since detection distance of an ultrasonic sensor was short, it was able to be used only for perimeter check extent at the time of vehicle warehousing or start.

[0007] Moreover, with the conventional obstruction detection equipment using a television camera or an infrared camera, there was a trouble that the ability to detect of a camera declined according to temperature or weather conditions (for example, backlight etc.). Furthermore, with conventional obstruction detection

equipment, although each had detected the obstruction of the perimeter of a car using the sensor aimed at obtaining ranging, the travelling directions or rates of an obstruction, such as other cars or human being, were not taken into consideration, but there was a trouble that the degree of danger could not be judged. The distance between two cars with a precedence car is supervised on the car proposed by current, and there are some which the monitor system of this distance between two cars and the control system of an accelerator brake are interlocked, and perform cruise control of a car in it. However, yes [the danger that this technique will be based on the obstruction of the perimeter of a car is judged, and].

[0008] This invention was not made in order to solve the above-mentioned technical problem, it performs exact obstruction detection using the sensor which is not influenced by the meteorological condition, judges the danger of each obstruction, and aims at offering the obstruction detection approach for cars, the obstruction detection equipment for cars, and the record medium which can realize prevention of a traffic accident, and improvement in safety of a passenger.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The obstruction detection approach for cars of this invention detects the reflected wave of the electromagnetic wave emitted from the small radar which can be carried in a car. The 1st procedure which detects the target which can serve as an obstruction based on the detection result of this reflected wave (steps 101-103), The location of said target, the relative velocity of said target and self-car and said target, and the 2nd procedure that computes the collision prediction time amount of a self-car (step 104,105), Based on the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target, the danger of said target and collision of a self-car is predicted, and when there is danger of a collision, it has the 3rd procedure (step 106,107) which emits an alarm. In order to prevent serious accident beforehand, the perimeter monitoring function under transit is very effective. For example, they are a dead angle monitor at the time of passing, or contamination detection at the time of left turn. Around, the car is carrying out the concurrent run to the adjoining lane and the opposite lane before and behind the same lane at the time of car transit. Moreover, there are a guard rail and an indicator in a boundary with a foot walk. Furthermore, the pedestrian on a foot walk or a zebra zone, a two-wheel barrow, etc. are. It is only that the conventional sensor is only detecting existence of a target. There is no judgment function of danger there. For example, danger will be low even if a mutual distance of the car which runs together an adjoining lane is 1m. It is thought that the two-wheel barrow which goes straight on on a self-car from the distance of 5m has high danger conversely. Such danger is judged on real time, and if there is equipment which can generate an alarm, it will be thought that it contributes to improvement in safety greatly. Then, the reflected wave of the electromagnetic wave emitted in this invention from the small radar which can be carried in a car is detected. Detect the target which exists in about [of a car] perimeter number 10m based on the detection result of this reflected wave and which can serve as an obstruction, and a target location, the relative velocity of a target and a self-car and a target, and the collision prediction time amount of a self-car are computed. The danger of a target and a collision of a self-car is predicted, and an alarm is emitted when there is danger of a collision. Thereby, improvement in safety can be aimed at as a passenger's auxiliary device. As an example of 1 configuration of the obstruction detection approach for cars of this invention, moreover, said 1st procedure About each sampled value which sampled the detection result of said reflected wave, a threshold is computed from the sampled value before and behind that. It is the procedure extracted for the purpose of the sampled value exceeding this threshold. Said 2nd procedure Judge the cross-correlation relation between the target under tailing detected by the last radar scan, and the newly detected target, and matching and the movement condition of each target are decided for the target under tailing, and the newly detected target. It is the procedure which computes the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target, and said 3rd procedure is a procedure of judging whether there being danger of said target and collision of a self-car, by comparing the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target with the value set up beforehand.

[0010] Moreover, the small radar which can be carried in the car which the obstruction detection equipment for cars of this invention emits an electromagnetic wave, and detects a reflected wave (1), The alarm-output means for telling that there is danger of the collision with an obstruction (5 6), The target which can serve as an obstruction based on the detection result of the reflected wave by said radar is detected. The location of said target, the relative velocity of said target and self-car and said target, and the collision prediction time amount of a self-car are computed. Based on this calculation result, the danger of said target and collision of a self-car is predicted, and when there is danger of a collision, it has a processing means (3) to make an alarm output to said alarm-output means. As an example of 1 configuration of the obstruction detection equipment for cars of this invention, moreover, said processing means About each sampled value which

sampled the detection result of said reflected wave, a threshold is computed from the sampled value before and behind that. Judge the cross-correlation relation between the target under tailing which detected for the purpose of the sampled value exceeding this threshold, and was detected by the last radar scan, and the newly detected target, and the target under tailing and the newly detected target are matched. The location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target are computed by deciding the movement condition of each target, and it judges whether there is danger of said target and collision of a self-car by comparing this calculation result with the value set up beforehand.

[0011] Moreover, the record medium which recorded the obstruction detection program for cars of this invention The reflected wave of the electromagnetic wave emitted from the small radar which can be carried in a car is detected. The 1st procedure which detects the target which can serve as an obstruction based on the detection result of this reflected wave (steps 101-103), The location of said target, the relative velocity of said target and self-car and said target, and the 2nd procedure that computes the collision prediction time amount of a self-car (step 104,105), Based on the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target, the danger of said target and collision of a self-car is predicted, and when there is danger of a collision, it is made to make a computer perform the 3rd procedure (step 106,107) which emits an alarm. As an example of 1 configuration of the record medium which recorded the obstruction detection program for cars of this invention, and said 1st procedure About each sampled value which sampled the detection result of said reflected wave, a threshold is computed from the sampled value before and behind that. It is the procedure extracted for the purpose of the sampled value exceeding this threshold. Said 2nd procedure Judge the cross-correlation relation between the target under tailing detected by the last radar scan, and the newly detected target, and matching and the movement condition of each target are decided for the target under tailing, and the newly detected target. It is the procedure which computes the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target, and said 3rd procedure is a procedure of judging whether there being danger of said target and collision of a self-car, by comparing the location, relative velocity, and collision prediction time amount of said target with the value set up beforehand.

[0012]

[Embodiment of the Invention] [1 of the gestalt of operation], next the gestalt of operation of this invention are explained to a detail with reference to a drawing. The block diagram and drawing 2 which show the configuration of the obstruction detection equipment for cars with which drawing 1 serves as a gestalt of operation of the 1st of this invention are a flow chart Fig. for explaining actuation of the obstruction detection equipment for cars of drawing 1. The small radar 1 which can be carried in the car which the obstruction detection equipment for cars of drawing 1 emits an electromagnetic wave, and detects a reflected wave, A/D converter 2 which changes into digital data the envelope signal Env which it is as a result of [of the reflected wave by this radar 1] detection, The target which can serve as an obstruction based on the digitized envelope signal Env is detected. The processor 3 which computes a target location, the relative velocity of a target and a self-car and a target, and the collision prediction time amount of a self-car, and predicts the danger of a target and a collision of a self-car based on this calculation result, It consists of memory 4 which memorizes the information on the target under tailing detected by the last radar scan, and the information on the newly detected target, an indicating equipment 5 for displaying a detection result, and an audio output device 6 which outputs the alarm tone or warning voice which tells the passenger of a car about risk.

[0013] As shown in drawing 3, a radar 1 is a pulse radar which emits continuously the electromagnetic wave divided in the shape of a pulse, and is a sensor for detecting the reflected wave from a body and measuring the distance to a body. The distance to a body can be measured by elapsed time after discharging an electric wave until it receives.

[0014] The carrier frequency of a transmitted electric wave is 24GHz, and pulse repetition frequency is 2MHz. Thus, by using the radar 1 which emits an electromagnetic wave, the exact target detection which is not influenced by the meteorological condition is attained, and the probability of incorrect actuation can be made small compared with an ultrasonic sensor. Moreover, property top long distance detection of an electromagnetic wave is possible, and it becomes possible to detect a distant target early comparatively.

[0015] Furthermore, with the gestalt of this operation, since high frequency is treated only in the circuit of the transceiver section and he is trying to treat the low frequency which changed high frequency in other circuits (down convert), the mark of a radio-frequency head article can be reduced and low-pricing of a radar 1 is attained. Moreover, since a radar 1 can constitute the most from an electrical part, it can miniaturize and it becomes possible [carrying in a car].

[0016] A passenger car, a truck, or a motorcycle can be considered as a car carrying the obstruction

detection equipment for cars of drawing 1 . In order to detect the obstruction around a car, it is necessary to carry an unit or two or more radars 1 in a car. For example, in order to detect a front obstruction, a radar 1 is carried in a front bumper, in order to detect a back obstruction, a radar 1 is carried in a rear bumper, and in order to detect the obstruction of the side, a radar 1 is carried in a door mirror. Moreover, what is necessary is just to carry out two or more loading of the radar 1 for the side monitor of a large-size car at the body side lower part.

[0017] In addition, if many radars operate to coincidence on a public road, interference of an electric wave may occur. Then, time amount t from the start time of the obstruction detection equipment for cars of operation to the generating start time of a transmitted pulse (drawing 3) is random-number-ized, and whenever equipment starts, he is trying for time amount t to change with the gestalt of this operation. Thereby, generating of electric-wave interference can be suppressed.

[0018] The above radars 1 output trigger signal Trig for every scan period of a radar 1 while outputting the envelope signal Env which shows the reinforcement of a reflected wave. Henceforth, one scan period after trigger signal Trig is inputted until the next trigger signal Trig is inputted is called a sweep.

[0019] A/D converter 2 carries out the analog / digital conversion of the envelope signal Env, whenever trigger signal Trig is inputted, and it outputs the digital data after conversion to a processor 3 (drawing 2 step 101). A processor 3 once stores in memory 4 the digital data inputted from A/D converter 2 (step 102). Trigger signal Trig hits for 1 second, for example, is outputted 10 times, and supposing the sampling rate of A/D converter 2 is 4kHz, A/D converter 2 will perform 400 samplings per trigger signal input.

[0020] Next, a processor 3 performs target detection processing in which the target which can serve as an obstruction of a self-car is detected, based on the digital data of the envelope signal stored in memory 4 (step 103). A flow chart Fig. for drawing 4 to explain target detection processing, drawing 5 , and drawing 6 are the signal waveform diagrams for explaining target detection processing. In addition, although the signal treated with a processor 3 is digital data, in order to simplify a publication, the analog wave has indicated each signal at drawing 5 and drawing 6 .

[0021] Moreover, in drawing 5 and drawing 6 , although the axis of abscissa is made into time amount, this time amount is equivalent to the distance to the body which reflected the electromagnetic wave, and within 1 sweep, the distance to a body becomes far, so that it goes rightward. With the gestalt of this operation, the input time of day of trigger signal Trig shows 0m, and the time of day of the end of one sweep shows 20m with it.

[0022] The base line does not necessarily become fixed from carrying out signal magnification of an envelope signal Env like drawing 5 (b) acquired by each sweep of a radar 1 in that the reinforcement of a transmission wave and a reflected wave is in inverse proportion to the square of distance, and the output section of a radar 1, and the clutter of ground reflection etc. existing further.

[0023] In order to extract the target which can serve as an obstruction, the processing extracted for the purpose of the signal which sets up a threshold to each sampled value which sampled and digitized the envelope signal Env, and exceeds this threshold is required. However, since the base line of the envelope signal Env is not fixed, it is necessary to make said threshold into the dynamic threshold based on the sampled value near the sampled value set as the object of a threshold setup instead of constant value.

[0024] Drawing 6 shows how to calculate such a threshold TH1. For example, when calculating a threshold TH1 about the sampled value S1 shown in drawing 6 , a processor 3 computes the average μ and standard deviation σ from two or more sampled values of the time amount before and behind a sampled value S1, and computes a threshold TH1 based on these values. More, from the field of the 1st predetermined length L1 centering on a sampled value S1, to accuracy, the average μ and standard deviation σ are computed from two or more sampled values of the field except the field of the 2nd predetermined length L2 ($L1 > L2$) centering on a sampled value S1, and a threshold TH1 is computed like a degree type based on these values to it.

[0025]

$TH1 = \mu + \gamma \sigma$... (1)

In a formula (1), γ is a constant (for example, $\gamma = 2$). A processor 3 judges whether the magnitude of the sampled value of a processing object exceeds a threshold TH1, after computing a threshold TH1 as mentioned above about the sampled value of a processing object among each sampled value in 1 sweep (drawing 4 step 201) (step 202).

[0026] When the magnitude of the sampled value of a processing object exceeds a threshold TH1, a processor 3 recognizes it as the candidate who can become for the purpose of this sampled value, and judges whether the magnitude of this sampled value exceeds the threshold TH2 set up beforehand (step 203). A

threshold TH2 is set up so that it may become large gradually according to the time amount in 1 sweep (distance to a body), as shown in drawing 5 (b). The reason for setting up a threshold TH2 in this way is explained below.

[0027] Since the reinforcement of a transmission wave and a reflected wave is in inverse proportion to the square of distance as mentioned above, the gain of amplifier (un-illustrating) prepared in the output section of a radar 1 is set up so that the distance to a body becomes far, and it may become large. In fact, although it is ideal that the base line of the envelope signal Env becomes fixed by this, the base line is in the inclination which becomes high, and becomes the cause of mistaking target detection, for said gain, so that the distance to a body becomes far. So, the gestalt of this operation realizes more exact target detection by setting up a threshold TH2 like drawing 5 (b).

[0028] A processor 3 recognizes this sampled value to be the target which can serve as an obstruction, when the magnitude of the sampled value of a processing object exceeds a threshold TH2 (step 204).

A processor 3 performs same processing by making the following sampled value into a processing object (step 206), when it judges whether processing of steps 201-204 was completed about the total sampled value in 1 sweep (step 205) and processing is not completed, after finishing processing of step 203,204.

[0029] After processing of steps 201-204 is completed about the total sampled value in 1 sweep, a processor 3 investigates the time amount which two or more sampled values extracted as a target follow, and this continuous time RL judges whether it is over predetermined time LE (step 207). This predetermined time LE functions as a filter which cancels short-time reflection (incorrect target).

[0030] And when the assembly of two or more sampled values to which continuous time RL exceeds predetermined time LE exists, let a processor 3 be the target which finally detected these sampled values (step 208). Hereafter, this detected target is called Plot P. As information on Plot P, there is a location (distance with a self-car) DP. This location DP converts into distance the time of day when the magnitude of Plot P serves as max (reflectivity is max). The information on Plot P is stored in memory 4. In this way, target detection processing is completed.

[0031] Next, a processor 3 performs target tailing processing in which the movement condition of each target is decided, based on the information on the truck T which is a target under tailing detected by the last sweep, and the information on the plot P detected by target detection processing (step 104). Drawing 7 is a flow chart Fig. for explaining target tailing processing.

[0032] Track number n is given to ascending order from 1 at every truck generation, and the reliability value TQn (TQn is zero or more integers) which expresses the reliability of Truck Tn further is given to each truck Tn. This reliability value TQn can take the value to 7 which shows the highest reliability from 0 which shows the minimum reliability. As information on the other trucks Tn, there are the prediction location (distance with a self-car) DTn and the prediction rate VTn of Truck Tn. Each of such information is stored in memory 4.

[0033] First, a processor 3 performs correlation judging processing in which the cross-correlation relation between Truck Tn and Plot P is investigated (drawing 7 step 301). Correlation judging processing performs judgment processing of all plots P in an order from the plot P of a short distance. The correlation gate of the predetermined length centering on Truck Tn is set to each truck Tn for separation with discernment of a target and tailing, and other targets. The magnitude of this correlation gate is set up so that the separability ability of the tailing engine performance of a target and other targets may be compatible.

[0034] That is, according to the reliability value TQn of Truck Tn, the correlation gate becomes small, when the reliability of Truck Tn is high, and when the reliability of Truck Tn is low, it is set up so that it may become large. With the gestalt of this operation, the predetermined length of the correlation gate at this time is set to LA ($SM < LA$) noting that reliability is low in the case where SM and the reliability value TQn are less than four about the predetermined length of the correlation gate at this time noting that reliability is high in the case where the reliability value TQn is four or more.

[0035] When the location of the plot P of a processing object is in the correlation gate of Truck Tn, it is considered that a correlation is between Plot P and Truck Tn. Since a correlation may arise between two or more plots P and two or more trucks Tn at this time, in such a case, according to the following indexes, Truck Tn and Plot P are matched 1 to 1.

[0036] (A) When two or more Trucks Tn and correlations have one plot P, select the truck Tn nearest to this plot P, and match with Plot P. The truck Tn matched with Plot P is made into the outside of the object of subsequent correlation judgments.

(B) When one truck Tn and correlation have two or more plots P, select the plot P nearest to this truck Tn, and match with Truck Tn. The truck Tn matched with Plot P is made into the outside of the object of

subsequent correlation judgments.

(C) Consider as a new truck about the plot P without the truck T_n to correlate.

[0037] Drawing 8 is a signal waveform diagram for explaining the example of correlation judging processing. In the example of drawing 8, the reliability of a truck T₁ is high and the reliability of a truck T₂ and T₃ is low. Therefore, the magnitude of the correlation gate set as a truck T₁ is SM, and the magnitude of a truck T₂ and the correlation gate set as T₃ is LA.

[0038] Although plot P₁ has both and the correlation of trucks T₁ and T₂, the near truck T₁ is selected by plot P₁. Now, plot P₁ and a truck T₁ are matched, and a truck T₁ becomes the outside of the object of a correlation judging. Although plot P₂ also has both and the correlation of trucks T₁ and T₂, a truck T₁ is outside the object of a correlation judging. Thereby, a truck T₂ is selected. Now, plot P₂ and a truck T₂ are matched, and a truck T₂ becomes the outside of the object of a correlation judging.

[0039] Since a truck with a correlation does not exist in plot P₃, it becomes a new truck. And since plot P₄ has truck T₃ and a correlation, it is matched with truck T₃. Correlation judging processing is completed as mentioned above.

[0040] Next, a processor 3 graduates the location and rate of each truck T_n, in order to predict the location (distance) and rate of each truck T_n at the time of a next sweep. First, a processor 3 computes the smoothing location DS_n of the truck T_n in the present sweep (t) like a degree type (step 302).

[0041]

$DS_n(t) = DT_n(t) + \alpha \{ DP_n(t) - DT_n(t) \}$

... (2)

In a formula (2), the prediction location of the truck T_n with which DT_n(t) was computed at the time of the last sweep, the location of Plot P_n where DP_n(t) was matched with this truck T_n, and alpha are location smoothing constants mentioned later. A processor 3 performs such calculation for every truck T_n.

[0042] Then, a processor 3 computes the smoothing rate VS_n of the truck T_n in the present sweep (t) like a degree type (step 303).

$VS_n(t) = VT_n(t) + \beta \{ DP_n(t) - VT_n(t) \} / \Delta t$

[0043] In a formula (3), the prediction rate of the truck T_n with which VT_n(t) was computed at the time of the last sweep, and Δt are the time amount (period) of one sweep, and a rate smoothing constant which beta mentions later. A processor 3 performs such calculation for every truck T_n. Corresponding to the reliability value TQ_n of each truck T_n, the location smoothing constant alpha and the rate smoothing constant beta are set up, as shown in Table 1.

[0044]

[Table 1]

[表1]

平滑化定数

TQ _n	0	1	2	3	4	5	6	7
α	1	1	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
β	1	1	0.5	0.25	0.2	0.17	0.14	0.125

[0045] Drawing 9 is drawing showing the situation of location data smoothing. The prediction location DT_n of the truck T_n obtained by prediction mentioned later (t), the location DP_n of the plot P corresponding to this (t), the prediction rate VT_n of the truck T_n obtained by this prediction (t), and the rate of the plot P corresponding to this are not completely in agreement. The reason is that there is dispersion by change of movement of a target.

[0046] Then, with the gestalt of this operation, when the reliability of Truck T_n is high (TQ_n size), the location smoothing constant alpha and the rate smoothing constant beta are set up so that the smoothing location DS_n(t) and the smoothing rate VS_n(t) may become close to the prediction location DT_n(t) and the prediction rate VT_n(t) of Truck T_n.

[0047] On the contrary, when the reliability of Truck T_n is low (TQ_n smallness), the location smoothing constant alpha and the rate smoothing constant beta are set up so that the smoothing location DS_n(t) and the smoothing rate VS_n(t) may become close to the location DP_n(t) and rate of Plot P. In this way, the current location and current rate of Truck T_n are decided from the prediction location of Truck T_n, and a prediction rate and the location of Plot P.

[0048] Next, a processor 3 performs the target update process which updates the information on the truck T_n stored in memory 4 (drawing 2 step 105). Drawing 10 is a flow chart Fig. for explaining a target update

process.

[0049] First, a processor 3 computes the prediction location $DTn(t+1)$ of the truck Tn at the time of a next sweep like a degree type (drawing 10 step 401).

$$DTn(t+1) = DSn(t) + VSn(t) \times \text{deltat} \dots (4)$$

A processor 3 performs such calculation for every truck Tn . A processor 3 updates after calculation the prediction location DTn of Truck $Tn(t)$ stored in memory 4 to $DTn(t+1)$.

[0050] Then, a processor 3 computes the prediction rate $VTn(t+1)$ of the truck Tn at the time of a next sweep like a degree type (step 402).

$$VTn(t+1) = VSn(t) \dots (5)$$

A processor 3 performs such calculation for every truck Tn . A processor 3 updates after calculation the prediction rate VTn of Truck $Tn(t)$ stored in memory 4 to $VTn(t+1)$.

[0051] In addition, since the smoothing location $DSn(t)$ and the smoothing rate $VSn(t)$ cannot be found about the truck Tn with which the plot P which there was no correlation, namely, corresponds in correlation judging processing of step 301 did not exist, the prediction location $DTn(t)$ is used instead of the smoothing location $DSn(t)$, and the prediction rate $VTn(t)$ is used instead of the smoothing rate $VSn(t)$.

[0052] Next, a processor 3 computes the collision prediction time amount tn which shows the time amount which the collision of a self-car and Truck Tn takes for every truck like a degree type (step 403).

$$tn = DTn(t+1) / VTn(t+1) \dots (6)$$

If the collision prediction time amount tn is a forward value, separating from a self-car is shown, and if it is a negative value, approaching the self-car is shown. A processor 3 stores the collision prediction time amount tn in memory 4 after calculation.

[0053] Next, a processor 3 updates the reliability value TQn of each truck Tn stored in memory 4 (step 404). That is, a processor 3 increases the reliability value TQn two about the truck Tn with correlation with Plot P , for example. In addition, the maximum of the reliability value TQn is 7 and does not become large from 7. Moreover, a processor 3 reduces the reliability value TQn , for example by one about the truck Tn without correlation with Plot P . In addition, the minimum value of the reliability value TQn is 0, and does not become small from 0.

[0054] Then, the reliability value TQn after updating judges whether it is 0 (step 405), and a processor 3 deletes the corresponding truck Tn from memory 4, when the reliability value TQn after updating is 0 (step 406).

[0055] Next, a processor 3 is stored in memory 4 by using this decorrelational plot P as the new truck Tn , when it judges whether the plot P without the truck Tn which corresponds [which corresponds and decorrelational-plots] exists (step 407) and a decorrelational plot exists (step 408). At this time, the location DTn of the decorrelational plot $P(t)$ is made into the location of the new truck Tn , and the reliability value TQn of this truck Tn is set to 2. In addition, since a new truck is outside the object of a display and alarm processing, rate information does not exist but rate information is acquired from migration length and elapsed time at the time of the following correlation. In this way, a target update process is completed.

[0056] Next, a processor 3 performs alarm generating processing based on the prediction location DTn after renewal of Truck $Tn(t+1)$, the prediction rate VTn after updating ($t+1$), and the collision prediction time amount tn (step 106). Drawing 11 is a flow chart Fig. for explaining alarm generating processing.

[0057] The prediction location $DTn(t+1)$ of Truck Tn shows the distance of a self-car and Truck Tn . Therefore, it judges whether a processor 3 is below the distance to which the prediction location $DTn(t+1)$ of each truck Tn was set beforehand (drawing 11 step 501). When there is a truck Tn with which the prediction location $DTn(t+1)$ became below the distance set up beforehand, it judges that there is risk of a collision and the alarm tone or warning voice which tells the passenger of a car about risk is made to output to an audio output device 6 (step 502).

[0058] Moreover, the prediction rate $VTn(t+1)$ of Truck Tn shows the relative velocity of a self-car and Truck Tn , if the prediction rate $VTn(t+1)$ is a forward value, it shows separating from a self-car, and if it is a negative value, it shows that the self-car is approached. Furthermore, if the absolute value of the prediction rate $VTn(t+1)$ is within the limits of ± 10 km/h for example, whenever [self-vehicle speed], it can be considered that Truck Tn is a quiescence target.

[0059] Therefore, a processor 3 is a value negative in more than the rate $VTn(t+1)$, i.e., a prediction rate, to which the closing rate of each truck Tn was set beforehand. And judge (step 503), and when there is a truck Tn which became more than the rate to which the closing rate was set beforehand, it is judged that there is risk of a collision whether it is more than the rate to which the absolute value of the prediction rate $VTn(t+1)$ was set beforehand. An alarm tone or a warning voice is made to output to an audio output device 6

(step 502).

[0060] Moreover, if the collision prediction time amount t_n is a forward value, separating from a self-car is shown, and if it is a negative value, approaching the self-car is shown. Therefore, it judges whether the collision prediction time amount t_n is a negative value, and a processor 3 is less than the time amount to which the absolute value of the collision prediction time amount t_n was set beforehand (step 504), and the collision prediction time amount t_n is a negative value. And when there is a truck T_n which is less than the time amount to which the absolute value was set beforehand, it judges that there is risk of a collision and an alarm tone or a warning voice is made to output to an audio output device 6 (step 502). In this way, alarm generating processing is completed.

[0061] Next, a processor 3 performs display processing of a detection result. In this display processing, it judges whether it is the timing which the present time of day should display first (step 107). The display period is set as one sweep or predetermined time amount (for example, 1 second). If a processor 3 is the timing which the present time of day should display, it will display a detection result on the screen of a display 5.

[0062] Drawing 12 is drawing showing the example of 1 display of a detection result. Drawing 12 (a) is drawing showing signs that the hysteresis for 4 seconds of the envelope signal Env, Plot P, and the envelope signal Env, the hysteresis for 4 seconds of Truck T_n , etc. were displayed on the screen of a display 5. Drawing 12 (b) is drawing showing signs that the prediction location $DT_n(t+1)$, the prediction rate $VT_n(t+1)$, the collision prediction time amount t_n , the reliability value TQ , etc. of Truck T_n were displayed on the screen of a display 5.

[0063] Processing of the above steps 101-108 is repeated for every sweep, whenever trigger signal Trig is inputted. In addition, what is necessary is just to perform same processing for every radar, when a radar 1 is plurality although the gestalt of this operation has indicated the case where a radar 1 is an unit.

[0064] Moreover, although the detection result as shown in the screen of a display 5 at drawing 12 is expressed as the gestalt of this operation, when it carries in an actual car, the easier display gestalt is more desirable. Drawing 13 is drawing showing other examples of a display of a detection result. In the example of drawing 13, the radar carried in the center of a screen at the self-car and the self-car is displayed, and the target detected by each radar to the perimeter is displayed. The arrow head added to the target shows the target prediction velocity vector. When it is judged that a processor 3 has the risk of a collision in alarm generating processing of step 106, an alarm is emitted by displaying the corresponding target in red. It can come, simultaneously the alarm output from an audio output device 6 may be performed.

[0065] Moreover, although the radar which emits an electromagnetic wave is used with the gestalt of this operation as a sensor which measures the distance to a body, the radar which emits a laser beam and receives light may be used. However, it is necessary to scan the perimeter of a car over the large range in this invention on the relation which detects an obstruction. When using an electromagnetic wave, it can scan over the large range, without moving a radar. On the other hand, since the laser beam has sharp directivity, in using a laser beam, it is necessary to carry out the sweep exposure of the laser beam covering a predetermined include angle, and the drive for it is needed. Therefore, it is more desirable to use the radar which emits an electromagnetic wave as obstruction detection equipment for cars.

[0066] The processor 3 in 1 of the gestalt of [2 of gestalt of operation] operation is realizable by computer. The program for realizing the obstruction detection approach for cars of this invention is offered in the condition of having been recorded on record media, such as a floppy disk, CD-ROM, and a memory card. If this record medium is inserted in the auxiliary storage unit of a computer, the program recorded on the medium will be read. And CPU of a computer writes the read program in RAM or mass storage, and performs processing which was explained by drawing 2 according to this program. In this way, the same actuation as 1 of the gestalt of operation is realizable.

[0067]

[Effect of the Invention] According to this invention, by using the radar which emits an electromagnetic wave, the exact target detection which is not influenced by the meteorological condition is attained, and the probability of incorrect actuation can be made small compared with an ultrasonic sensor. Moreover, property top long distance detection of an electromagnetic wave is possible, and it becomes possible to detect a distant target early comparatively. Moreover, since an alarm is emitted when the target which can serve as an obstruction based on the detection result of a reflected wave is detected, a target location, the relative velocity of a target and a self-car and a target, and the collision prediction time amount of a self-car are computed on real time, each target and the danger of a collision of a self-car are predicted and there is danger of a collision, a traffic accident can be prevented beforehand and improvement in safety of a

passenger can be realized.

- [0068] Moreover, by computing a threshold from the sampled value before and behind that, and extracting for the purpose of the sampled value exceeding this threshold about each sampled value which sampled the detection result of a reflected wave Can detect a target easily, judge the cross-correlation relation between the target under tailing detected by the last radar scan, and the newly detected target, and the target under tailing and the newly detected target are matched. By deciding the movement condition of each target, a location, a target relative velocity, and target collision prediction time amount can be computed easily, and the danger of a target and a collision of a self-car can be easily judged by comparing a location, a target relative velocity, and target collision prediction time amount with the value set up beforehand.

[Translation done.]

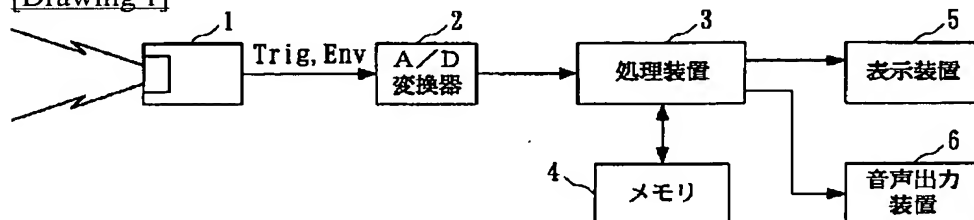
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

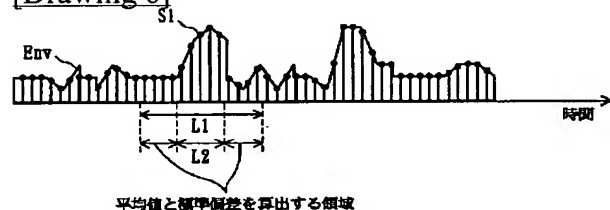
[Drawing 1]



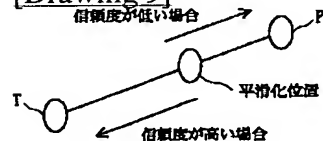
[Drawing 3]



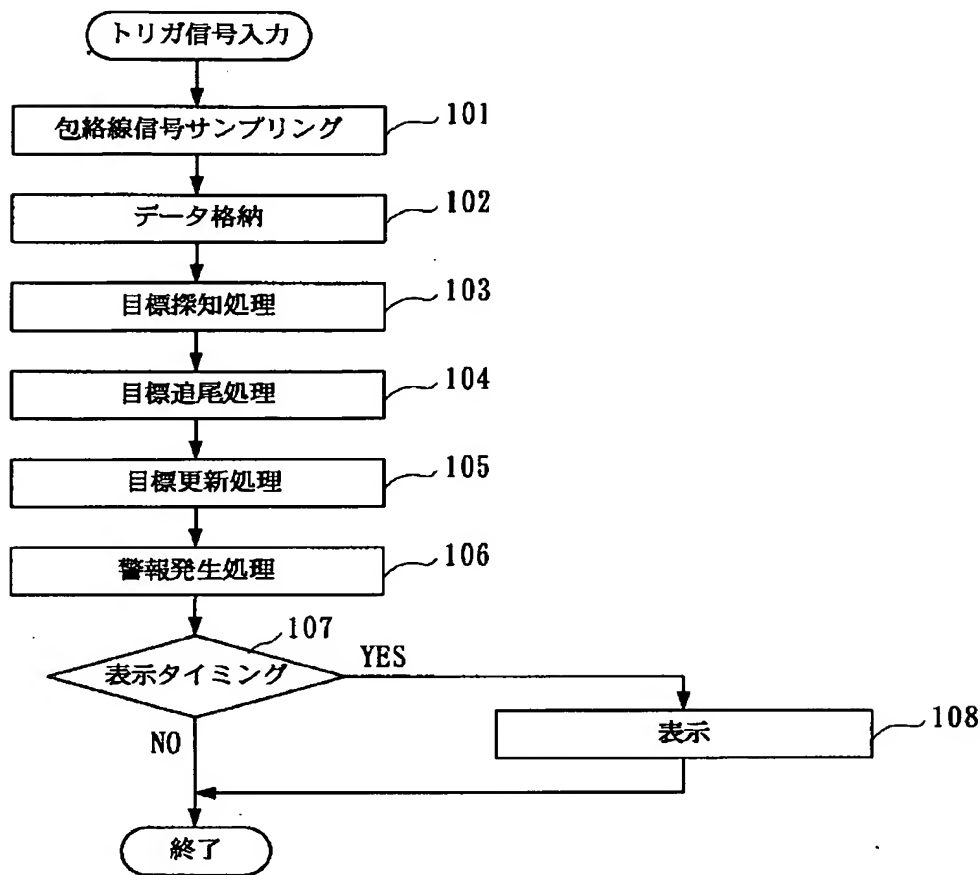
[Drawing 6]



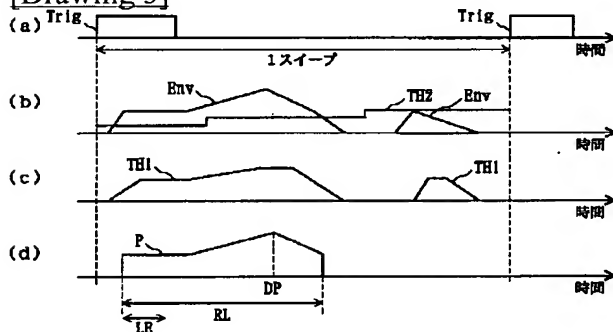
[Drawing 9]



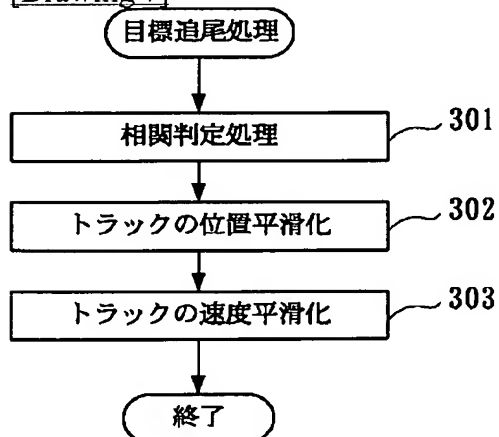
[Drawing 2]



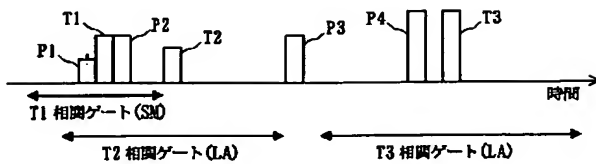
[Drawing 5]



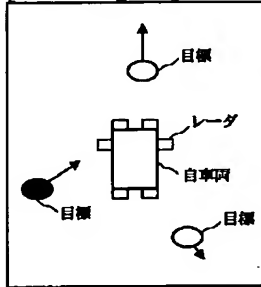
[Drawing 7]



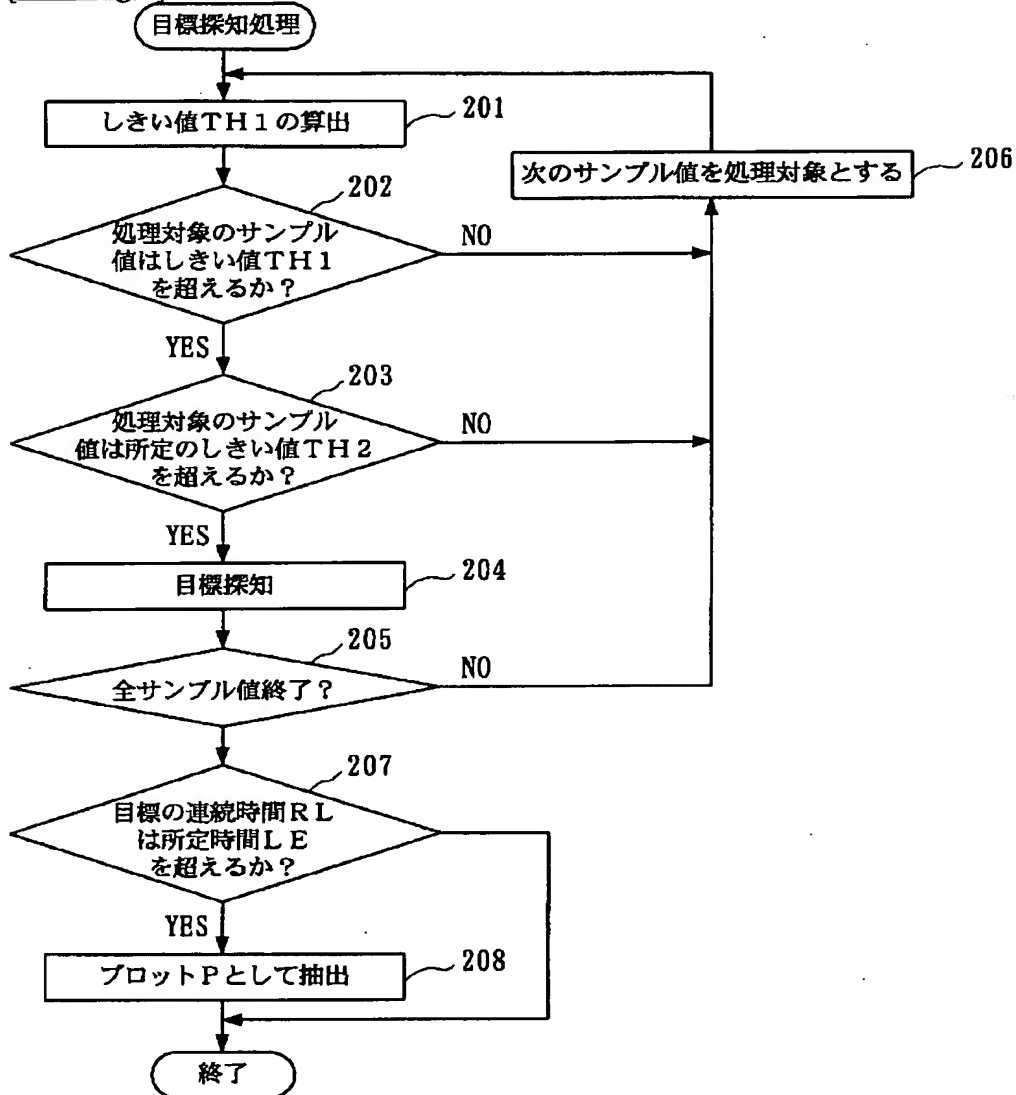
[Drawing 8]



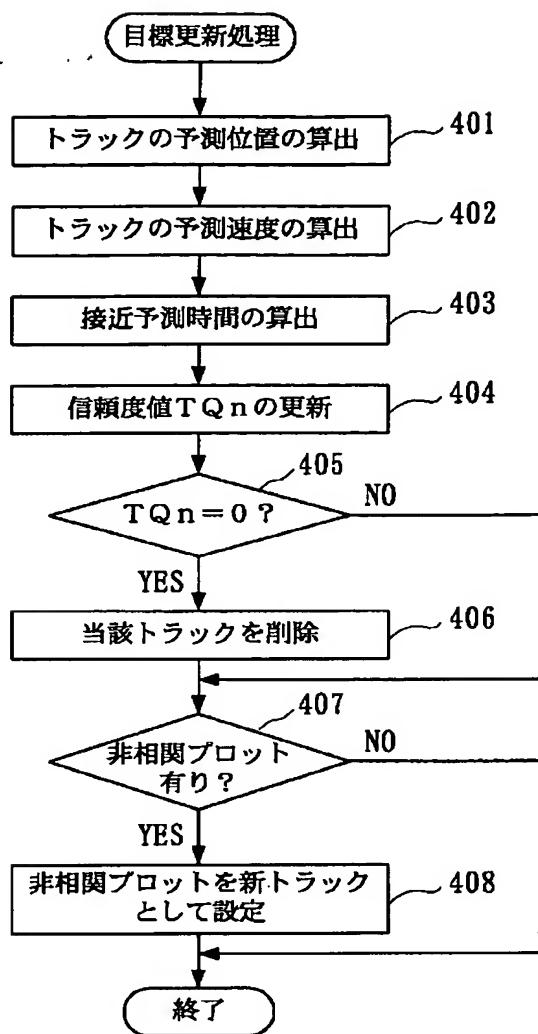
[Drawing 13]



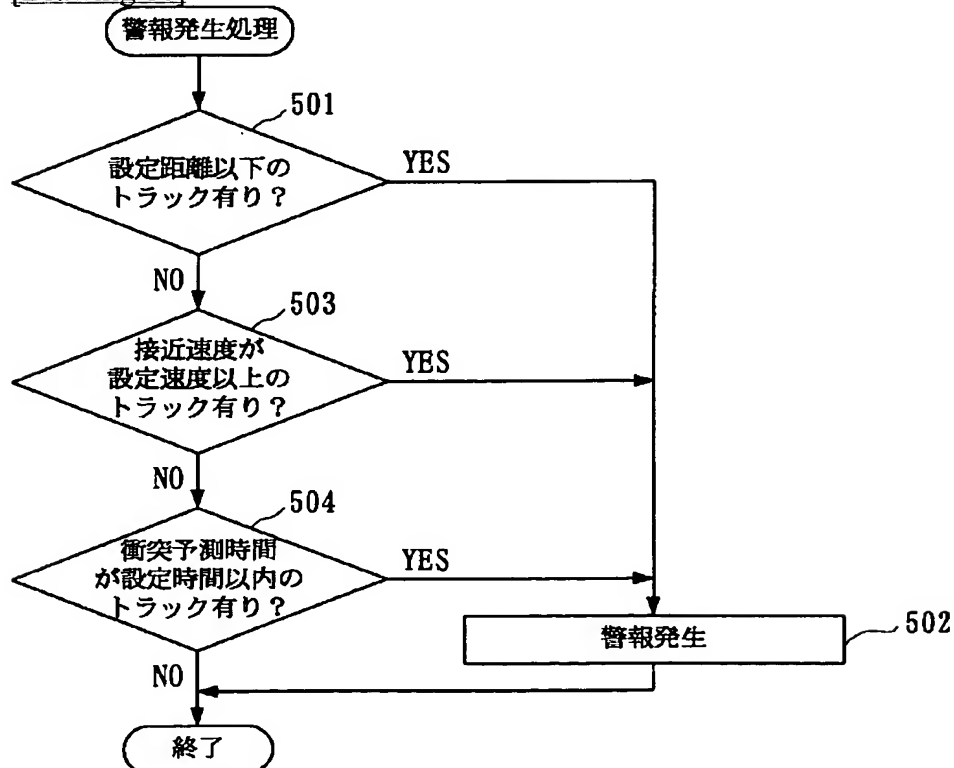
[Drawing 4]



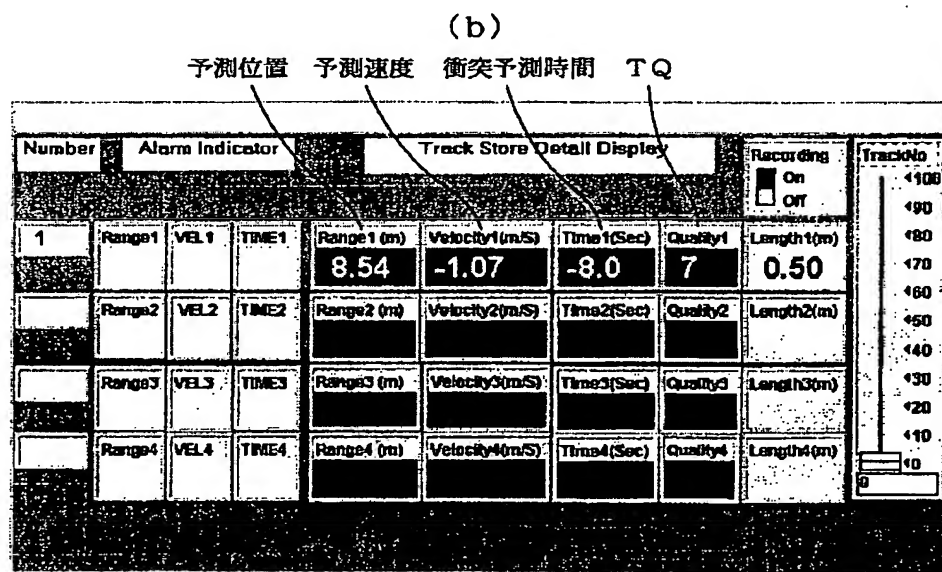
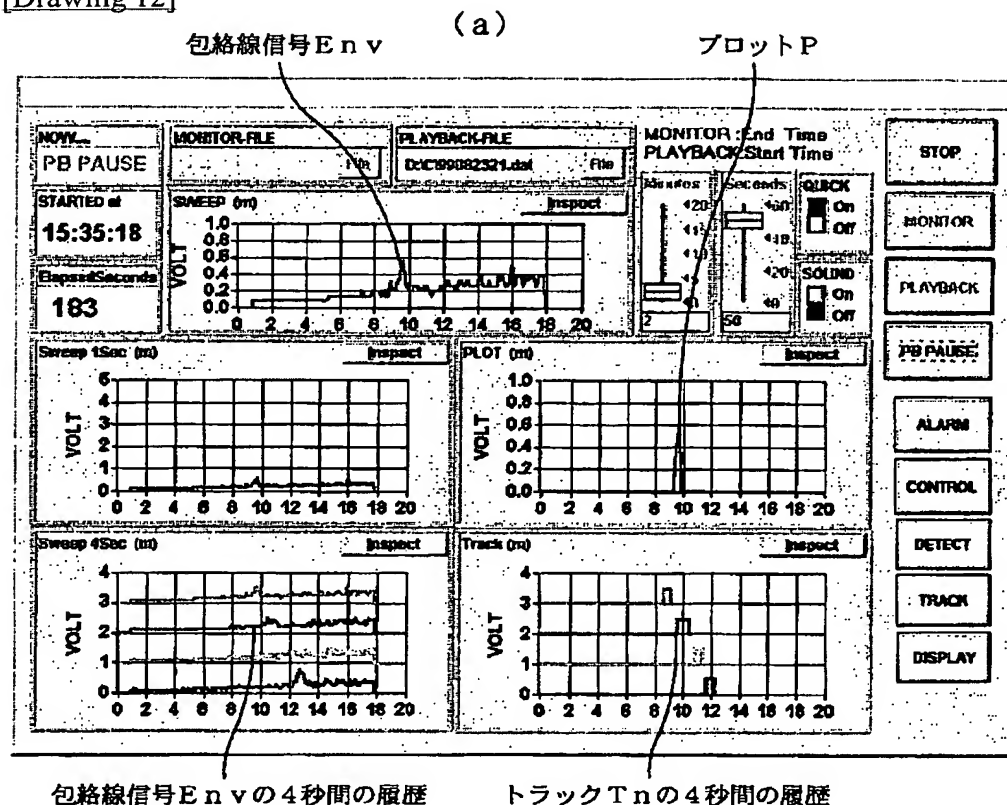
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001126194 A**

(43) Date of publication of application: **11.05.01**

(51) Int. Cl. **G08G 1/16**
B60R 21/00
G01S 13/10
G01S 13/42
G01S 13/60
G01S 13/93
G08B 21/00

(21) Application number: **11308467**

(22) Date of filing: **29.10.99**

(71) Applicant: **NIPPON AVIONICS CO LTD**

(72) Inventor: **WAKAMIYA TOSHINARI**
MATSUMURA HIROSHI

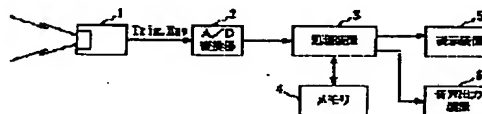
(54) **METHOD AND DEVICE FOR DETECTING
OBSTACLE FOR VEHICLE, AND RECORDING
MEDIUM**

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To judge a danger of the collision of an individual obstacle with one's own vehicle.

SOLUTION: A radar 1 irradiates electromagnetic wave and detects reflection wave. A processor 3 searches the target to be an obstacle based on the detection result of the reflection wave by the radar, calculates a target position, the relative speed between the target and the one's own vehicle and the collision predicting time of the target with the one's own vehicle, predicts a danger in the collision of the target with the one's own vehicle based on the calculation result and permits a sound output device 6 to issue alarm in the case where a possibility of danger of collision exists.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-126194

(P2001-126194A)

(43) 公開日 平成13年5月11日 (2001.5.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16	C 5 C 0 8 6
B 6 0 R 21/00	6 2 1	B 6 0 R 21/00	6 2 1 D 5 H 1 8 0
	6 2 4		6 2 4 B 5 J 0 7 0
	6 2 6		6 2 6 C
G 0 1 S 13/10		G 0 1 S 13/10	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-308467

(22) 出願日 平成11年10月29日 (1999. 10. 29)

(71) 出願人 000227836

日本アビオニクス株式会社

東京都港区西新橋三丁目20番1号

(72) 発明者 若宮 俊成

東京都港区西新橋三丁目20番1号 日本ア

ビオニクス株式会社内

(72) 発明者 松村 博

東京都港区西新橋三丁目20番1号 日本ア

ビオニクス株式会社内

(74) 代理人 100064621

弁理士 山川 政樹

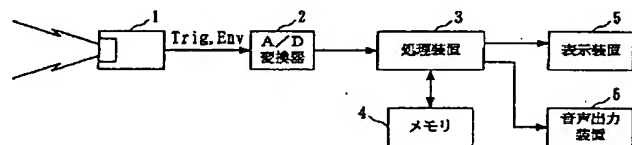
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用障害物検出方法、車両用障害物検出装置及び記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 個々の障害物と自車両との衝突の危険性を判断する。

【解決手段】 レーダ1は電磁波を放射して反射波を検出する。処理装置3は、レーダによる反射波の検出結果に基づき障害物となり得る目標を探知し、目標の位置、目標と自車両との相対速度及び目標と自車両の衝突予測時間を算出し、この算出結果に基づいて目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には音声出力装置6に警報を出力させる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両に搭載可能な小型レーダから放射した電磁波の反射波を検出して、この反射波の検出結果に基づき障害物となり得る目標を探知する第 1 の手順と、前記目標の位置、前記目標と自車両との相対速度及び前記目標と自車両の衝突予測時間を算出する第 2 の手順と、

前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間に基づいて前記目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には警報を発する第 3 の手順とを有することを特徴とする車両用障害物検出方法。 10

【請求項 2】 請求項 1 記載の車両用障害物検出方法において、

前記第 1 の手順は、前記反射波の検出結果をサンプリングした各サンプル値について、その前後のサンプル値からしきい値を算出し、このしきい値を超えるサンプル値を目標として抽出する手順であり、

前記第 2 の手順は、前回のレーダ走査で探知した追尾中の目標と新たに探知した目標との相互相関関係を判定して追尾中の目標と新たに探知した目標とを対応付け、個々の目標の運動状態を確定して、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を算出する手順であり、 20

前記第 3 の手順は、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を予め設定された値と比較することにより前記目標と自車両の衝突の危険性があるか否かを判定する手順であることを特徴とする車両用障害物検出方法。

【請求項 3】 電磁波を放射して反射波を検出する、車両に搭載可能な小型レーダと、障害物との衝突の危険性があることを知らせるための警報出力手段と、

前記レーダによる反射波の検出結果に基づき障害物となり得る目標を探知し、前記目標の位置、前記目標と自車両との相対速度及び前記目標と自車両の衝突予測時間を算出し、この算出結果に基づいて前記目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には前記警報出力手段に警報を出力させる処理手段とを備えることを特徴とする車両用障害物検出装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の車両用障害物検出装置において、

前記処理手段は、前記反射波の検出結果をサンプリングした各サンプル値について、その前後のサンプル値からしきい値を算出し、このしきい値を超えるサンプル値を目標として探知し、前回のレーダ走査で探知した追尾中の目標と新たに探知した目標との相互相関関係を判定して追尾中の目標と新たに探知した目標とを対応付け、個々の目標の運動状態を確定して、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を算出し、この算出結果を予め設定された値と比較することにより前記目標と自車両の衝突の危険性があるか否かを判定することを特徴とする車両用障害物検出装置。 40

2

【請求項 5】 車両の周囲の障害物を検出する車両用障害物検出プログラムを記録した記録媒体であって、

車両に搭載可能な小型レーダから放射した電磁波の反射波を検出して、この反射波の検出結果に基づき障害物となり得る目標を探知する第 1 の手順と、

前記目標の位置、前記目標と自車両との相対速度及び前記目標と自車両の衝突予測時間を算出する第 2 の手順と、

前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間に基づいて前記目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には警報を発する第 3 の手順とをコンピュータに実行させるための車両用障害物検出プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 6】 請求項 5 記載の記録媒体において、

前記第 1 の手順は、前記反射波の検出結果をサンプリングした各サンプル値について、その前後のサンプル値からしきい値を算出し、このしきい値を超えるサンプル値を目標として抽出する手順であり、

前記第 2 の手順は、前回のレーダ走査で探知した追尾中の目標と新たに探知した目標との相互相関関係を判定して追尾中の目標と新たに探知した目標とを対応付け、個々の目標の運動状態を確定して、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を算出する手順であり、

前記第 3 の手順は、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を予め設定された値と比較することにより前記目標と自車両の衝突の危険性があるか否かを判定する手順であることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、乗用車、トラックあるいはモータサイクル等の車両に適用して好適な障害物検出技術に係り、特に個々の障害物の危険性を判断して、衝突の危険性がある場合には警報を発することができる車両用障害物検出方法、車両用障害物検出装置及び記録媒体に関するものである。 30

【0002】

【従来の技術】従来、車両用の障害物検出装置としては、超音波によるセンサを用いたものが主流である。乗用車の場合、通常の超音波センサは、車の 4 隅に取り付けられ、50cm 程度の距離内の目標を探知している。また、車両の後方に複数個の超音波センサを取り付け、1～2m の距離内の目標を探知する障害物検出装置もある。コーナセンサの場合、20km/h 程度以下の徐行速度で作動するものが多い。また、バックセンサの場合、ギヤがリバースに入った場合のみ作動するのが普通である。

【0003】このような従来の障害物検出装置は、超音波を送信して、探知範囲内で反射信号がある場合、人間、電柱、ガードレール等の障害物があると判断して、搭乗者に警報を発するものである。特に、障害物を探知 50

すると、可聴音を鳴動させると共に、運転席ダッシュボードに組み込まれた液晶表示装置に探知センサの位置を表示させることにより、搭乗者に警報を発する方式が多い。この障害物検出装置では、障害物が遠方にある場合には可聴音を断続的に鳴動させ、障害物が近くにある場合には可聴音を連続的に鳴動させることにより、搭乗者に危険度を知らせている。

【0004】また、超音波センサの代わりに、テレビカメラあるいは赤外線カメラを用いる障害物検出装置もある。この障害物検出装置は、カメラで撮像した映像を画像処理して、障害物を検出するものである。また、特開平7-229961号公報では、赤外線レーダを用いて車両側後方の障害物までの距離と障害物の方向とを検知して、検知した情報を車載ディスプレイ装置に表示する障害物検出装置が提案されている。

【0005】さらに、特開平8-166448号公報では、搬送波をパルス変調または振幅変調した電磁波の変調信号と反射波の検波信号の位相差に基づいて、対象物までの距離を求めて表示する障害物検出装置が提案されている。そして、特開平9-318740号公報では、レーザ光を送受信するレーダを用いて障害物を検出する障害物検出装置が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、超音波センサを用いた従来の障害物検出装置では、雨、雪、氷（氷結）等の現象に対して超音波センサが誤作動するという問題点があった。例えば、寒冷地での早朝始動時に、障害物がないにも拘わらず氷結した超音波センサから常時警報が発せられ、結局警報機能そのものを停止しなければならないことが多い。また、超音波センサは探知距離が短いため、車庫入れまたは発進時の周囲確認程度にしか使うことができなかった。

【0007】また、テレビカメラあるいは赤外線カメラを用いた従来の障害物検出装置では、温度や天候状態（例えば逆光等）によりカメラの検出能力が低下するという問題点があった。さらに、従来の障害物検出装置では、いずれも測距目的のセンサを用いて車両周囲の障害物を検出しているが、他の車両あるいは人間等の障害物の進行方向や速度が勘案されておらず、危険性の度合いを判定することができないという問題点があった。現在までに提案されている車両には、先行車両との車間距離を監視して、この車間距離の監視系とアクセル・ブレーキの制御系とを連動させて車両の巡航制御を行うものがある。しかし、この技術は、車両周囲の障害物による危険性を判断するものではない。

【0008】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、気象条件に左右されないセンサを用いて正確な障害物探知を行い、個々の障害物の危険性を判断して、交通事故の防止および搭乗者の安全性向上を実現することができる車両用障害物検出方法、車両用障害物検

出装置及び記録媒体を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の車両用障害物検出方法は、車両に搭載可能な小型レーダから放射した電磁波の反射波を検出して、この反射波の検出結果に基づき障害物となり得る目標を探知する第1の手順（ステップ101～103）と、前記目標の位置、前記目標と自車両との相対速度及び前記目標と自車両の衝突予測時間を算出する第2の手順（ステップ104、105）と、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間に基づいて前記目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には警報を発する第3の手順（ステップ106、107）とを有するものである。重大な事故を未然に防止するためには、走行中の周囲監視機能が非常に有効である。例えば、追い越し時の死角監視または左折時の巻き込み探知等である。車両走行時、周囲には同一レーンの前後、隣接レーン、反対レーンに車両が同時走行している。また、歩道との境界にはガードレールや標識がある。さらに、歩道や横断歩道上の歩行者、二輪車等もいる。従来のセンサは、単に目標の存在を探知しているのみである。そこには危険性の判断機能が全くない。例えば、隣接レーンを併走する車両は、相互の距離が仮に1mだとしても危険度は低い。逆に、例えば5mの距離から自車両に直進する二輪車は危険度が高いと考えられる。このような危険度をリアルタイムで判断し、警報を発生できる装置があれば安全性の向上に大きく寄与すると考えられる。そこで、本発明では、車両に搭載可能な小型レーダから放射した電磁波の反射波を検出して、この反射波の検出結果に基づき車両の周囲数10m程度に存在する、障害物となり得る目標を探知し、目標の位置、目標と自車両との相対速度及び目標と自車両の衝突予測時間を算出して、目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には警報を発する。これにより、搭乗者の補助装置として安全性の向上を図ることができる。また、本発明の車両用障害物検出方法の1構成例として、前記第1の手順は、前記反射波の検出結果をサンプリングした各サンプル値について、その前後のサンプル値からしきい値を算出し、このしきい値を超えるサンプル値を目標として抽出する手順であり、前記第2の手順は、前回のレーダ走査で探知した追尾中の目標と新たに探知した目標との相互相関関係を判定して追尾中の目標と新たに探知した目標とを対応付け、個々の目標の運動状態を確定して、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を算出する手順であり、前記第3の手順は、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を予め設定された値と比較することにより前記目標と自車両の衝突の危険性があるか否かを判定する手順である。

【0010】また、本発明の車両用障害物検出装置は、電磁波を放射して反射波を検出する、車両に搭載可能な

小型レーダ（１）と、障害物との衝突の危険性があることを知らせるための警報出力手段（５，６）と、前記レーダによる反射波の検出結果に基づき障害物となり得る目標を探知し、前記目標の位置、前記目標と自車両との相対速度及び前記目標と自車両の衝突予測時間を算出し、この算出結果に基づいて前記目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には前記警報出力手段に警報を出力させる処理手段（３）とを備えるものである。また、本発明の車両用障害物検出装置の１構成例として、前記処理手段は、前記反射波の検出結果をサンプリングした各サンプル値について、その前後のサンプル値からしきい値を算出し、このしきい値を超えるサンプル値を目標として探知し、前回のレーダ走査で探知した追尾中の目標と新たに探知した目標との相互相関関係を判定して追尾中の目標と新たに探知した目標とを対応付け、個々の目標の運動状態を確定して、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を算出し、この算出結果を予め設定された値と比較することにより前記目標と自車両の衝突の危険性があるか否かを判定するものである。

【００１１】また、本発明の車両用障害物検出プログラムを記録した記録媒体は、車両に搭載可能な小型レーダから放射した電磁波の反射波を検出して、この反射波の検出結果に基づき障害物となり得る目標を探知する第１の手順（ステップ１０１～１０３）と、前記目標の位置、前記目標と自車両との相対速度及び前記目標と自車両の衝突予測時間を算出する第２の手順（ステップ１０４，１０５）と、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間に基づいて前記目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には警報を発する第３の手順（ステップ１０６，１０７）とをコンピュータに実行させるようにしたものである。そして、本発明の車両用障害物検出プログラムを記録した記録媒体の１構成例として、前記第１の手順は、前記反射波の検出結果をサンプリングした各サンプル値について、その前後のサンプル値からしきい値を算出し、このしきい値を超えるサンプル値を目標として抽出する手順であり、前記第２の手順は、前回のレーダ走査で探知した追尾中の目標と新たに探知した目標との相互相関関係を判定して追尾中の目標と新たに探知した目標とを対応付け、個々の目標の運動状態を確定して、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を算出する手順であり、前記第３の手順は、前記目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を予め設定された値と比較することにより前記目標と自車両の衝突の危険性があるか否かを判定する手順である。

【００１２】

【発明の実施の形態】【実施の形態の１】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図１は本発明の第１の実施の形態となる車両用障害物検出装置の構成を示すブロック図、図２は図１の車両用障

害物検出装置の動作を説明するためのフローチャート図である。図１の車両用障害物検出装置は、電磁波を放射して反射波を検出する、車両に搭載可能な小型レーダ１と、このレーダ１による反射波の検出結果である包絡線信号Envelopeをディジタルデータに変換するA/D変換器２と、ディジタル化された包絡線信号Envelopeに基づき障害物となり得る目標を探知し、目標の位置、目標と自車両との相対速度及び目標と自車両の衝突予測時間を算出し、この算出結果に基づいて目標と自車両の衝突の危険性を予測する処理装置３と、前回のレーダ走査で探知した追尾中の目標の情報と新たに探知した目標の情報とを記憶するメモリ４と、検出結果を表示するための表示装置５と、車両の搭乗者に危険を知らせる警報音または警報メッセージを出力する音声出力装置６とから構成される。

【００１３】レーダ１は、図３に示すように、パルス状に区切った電磁波を連続的に放射するパルスレーダであり、物体からの反射波を検出して、物体までの距離を測定するためのセンサである。物体までの距離は、電波を発射してから受信するまでの経過時間によって測ることができる。

【００１４】送信電波の搬送波周波数は例えば２４GHzであり、パルス繰り返し周波数は例えば２MHzである。このように電磁波を放射するレーダ１を用いることにより、気象条件に左右されない正確な目標探知が可能となり、超音波センサに比べて誤作動の確率を小さくすることができる。また、電磁波の性質上遠距離探知が可能であり、比較的遠方の目標を早くから探知することが可能になる。

【００１５】さらに、本実施の形態では、送受信部の回路のみにおいて高周波を扱い、その他の回路においては高周波を変換（ダウンコンバート）した低周波を扱うようにしているので、高周波部品の点数を減らすことができ、レーダ１の低価格化が可能となる。また、レーダ１は、その殆どを電気部品で構成できるため、小型化が可能であり、車両に搭載することが可能となる。

【００１６】図１の車両用障害物検出装置を搭載する車両としては、乗用車、トラックあるいはモータサイクル等が考えられる。車両の周囲の障害物を検出するには、単数あるいは複数のレーダ１を車両に搭載することが必要となる。例えば、前方の障害物を検出するには、フロントバンパ内にレーダ１を搭載し、後方の障害物を検出するには、リアバンパ内にレーダ１を搭載し、側方の障害物を検出するには、ドアミラー内にレーダ１を搭載する。また、大型車の側方監視用には、ボディ側方下部にレーダ１を複数搭載すればよい。

【００１７】なお、公道上で多数のレーダが同時に動作すると、電波の干渉が発生する可能性がある。そこで、本実施の形態では、車両用障害物検出装置の動作開始時刻から送信パルスの発生開始時刻までの時間 t （図３）

10

20

30

40

50

7

を乱数化して、装置が立ち上がる度に時間 t が変わるようにしている。これにより、電波干渉の発生を抑えることができる。

【0018】以上のようなレーダ1は、反射波の強度を示す包絡線信号 E_{nv} を出力すると共に、レーダ1の1走査期間毎にトリガ信号 $Trig$ を出力する。以後、トリガ信号 $Trig$ が入力されてから次のトリガ信号 $Trig$ が入力されるまでの1走査期間をスイープと呼ぶ。

【0019】A/D変換器2は、トリガ信号 $Trig$ が入力される度に、包絡線信号 E_{nv} をアナログ/デジタル変換し、変換後のデジタルデータを処理装置3へ出力する(図2ステップ101)。処理装置3は、A/D変換器2から入力されたデジタルデータをメモリ4へいったん格納する(ステップ102)。トリガ信号 $Trig$ は1秒当たり例えば10回出力され、A/D変換器2のサンプリングレートは例えば4kHzであるとする、A/D変換器2は、1回のトリガ信号入力につき400回のサンプリングを行う。

【0020】次に、処理装置3は、メモリ4へ格納した包絡線信号のデジタルデータに基づいて、自車両の障害物となり得る目標を感知する目標感知処理を行う(ステップ103)。図4は目標感知処理を説明するためのフローチャート図、図5、図6は目標感知処理を説明するための信号波形図である。なお、処理装置3で扱う信号はデジタルデータであるが、記載を簡単にするため、図5、図6では各信号をアナログ波形で記載している。

【0021】また、図5、図6では、横軸を時間としているが、この時間は電磁波を反射した物体までの距離に相当し、1スイープ内では右方向に行くほど物体までの

$$TH1 = \mu + \gamma \times \sigma$$

式(1)において、 γ は定数(例えば $\gamma=2$)である。処理装置3は、1スイープ内の各サンプル値のうち処理対象のサンプル値についてしきい値 $TH1$ を前記のように算出した後(図4ステップ201)、処理対象のサンプル値の大きさがしきい値 $TH1$ を超えるか否かを判定する(ステップ202)。

【0026】処理装置3は、処理対象のサンプル値の大きさがしきい値 $TH1$ を超える場合、このサンプル値を目標になり得る候補と認識し、このサンプル値の大きさが予め設定されたしきい値 $TH2$ を超えるか否かを判定する(ステップ203)。しきい値 $TH2$ は、図5

(b)に示すように1スイープ内の時間(物体までの距離)に応じて段階的に大きくなるように設定される。しきい値 $TH2$ をこのように設定する理由を以下に説明する。

【0027】前述のように送信波および反射波の強度が距離の2乗に反比例することから、レーダ1の出力部に設けられた増幅器(不図示)のゲインは、物体までの距離が遠くなる程、大きくなるように設定されている。こ

8

距離が遠くなる。本実施の形態では、トリガ信号 $Trig$ の入力時刻が0mを示し、1スイープの終わりの時刻が20mを示している。

【0022】レーダ1の各スイープで得られる、図5

(b)のような包絡線信号 E_{nv} は、送信波および反射波の強度が距離の2乗に反比例することと、レーダ1の出力部で信号増幅していることと、更に地上反射等のクラッタが存在することから、必ずしもベースラインが一定にならない。

【0023】障害物となり得る目標を抽出するためには、包絡線信号 E_{nv} をサンプリングしデジタル化した各サンプル値に対してしきい値を設定し、このしきい値を超える信号を目標として抽出する処理が必要である。しかし、包絡線信号 E_{nv} のベースラインが一定でないことから、前記しきい値は、一定値ではなく、しきい値設定の対象となるサンプル値の近傍のサンプル値に基づくダイナミックなしきい値とする必要がある。

【0024】図6は、このようなしきい値 $TH1$ の求め方を示している。例えば、図6に示すサンプル値 $S1$ についてしきい値 $TH1$ を求める場合、処理装置3は、サンプル値 $S1$ の前後の時間の複数のサンプル値から平均値 μ と標準偏差 σ を算出して、これらの値を基にしきい値 $TH1$ を算出する。より正確には、サンプル値 $S1$ を中心とする第1の所定長 $L1$ の領域よりサンプル値 $S1$ を中心とする第2の所定長 $L2$ ($L1 > L2$) の領域を除いた領域の複数のサンプル値から平均値 μ と標準偏差 σ を算出して、これらの値を基にしきい値 $TH1$ を次式のように算出する。

【0025】

$$\dots (1)$$

れにより、包絡線信号 E_{nv} のベースラインが一定となるのが理想的であるが、実際には前記ゲインのために、ベースラインは、物体までの距離が遠くなる程、高くなる傾向にあり、目標感知を誤る原因となる。そこで、本実施の形態では、図5(b)のようなしきい値 $TH2$ を設定することで、より正確な目標感知を実現する。

【0028】処理装置3は、処理対象のサンプル値の大きさがしきい値 $TH2$ を超える場合、このサンプル値を障害物となり得る目標と認識する(ステップ204)

処理装置3は、ステップ203、204の処理を終えた後、1スイープ内の全サンプル値についてステップ201~204の処理が終了したか否かを判定し(ステップ205)、処理が終了していない場合、次のサンプル値を処理対象として(ステップ206)、同様の処理を行う。

【0029】1スイープ内の全サンプル値についてステップ201~204の処理が終了すると、処理装置3は、目標として抽出した複数のサンプル値が連続する時間を調べ、この連続時間 RL が所定時間 LE を超えてい

10

20

30

40

50

るか否かを判定する（ステップ207）。この所定時間LEは、短時間の反射（誤目標）を破棄するフィルタとして機能する。

【0030】そして、処理装置3は、連続時間RLが所定時間LEを超える複数のサンプル値の集まりが存在する場合、これらサンプル値を最終的に探知した目標とする（ステップ208）。以下、この探知した目標をプロットPと呼ぶ。プロットPの情報としては、位置（自車両との距離）DPがある。この位置DPは、プロットPの大きさが最大（反射強度が最大）となる時刻を距離に換算したものである。プロットPの情報は、メモリ4に格納される。こうして、目標探知処理が終了する。

【0031】次に、処理装置3は、前回のスweepで探知した追尾中の目標であるトラックTの情報と目標探知処理で探知したプロットPの情報とを基に、個々の目標の運動状態を確定する目標追尾処理を行う（ステップ104）。図7は目標追尾処理を説明するためのフローチャート図である。

【0032】各トラックTnには、トラック生成の都度1から昇順にトラック番号nが付与され、さらにトラックTnの信頼度を表す信頼度値TQn（TQnは0以上の整数）が付与されている。この信頼度値TQnは、最低の信頼度を示す0から最高の信頼度を示す7までの値を取り得る。その他のトラックTnの情報としては、トラックTnの予測位置（自車両との距離）DTnと予測速度VTnとがある。これらの情報は、何れもメモリ4に格納されている。

【0033】まず、処理装置3は、トラックTnとプロットPとの相互相関関係を調べる相関判定処理を行う（図7ステップ301）。相関判定処理は、近距離のプロットPから順番に全プロットPの判定処理を行う。各トラックTnには、目標の識別及び追尾と、他の目標との分離のため、トラックTnを中心とする所定長の相関ゲートが設定される。この相関ゲートの大きさは、目標の追尾性能と他目標との分離性能とが両立するように設定される。

【0034】すなわち、相関ゲートは、トラックTnの信頼度値TQnに応じてトラックTnの信頼度が高い場合には小さくなり、トラックTnの信頼度が低い場合には大きくなるように設定される。本実施の形態では、信頼度値TQnが4以上の場合を信頼度が高いとして、このときの相関ゲートの所定長をSM、信頼度値TQnが4未満の場合を信頼度が低いとして、このときの相関ゲートの所定長をLA（SM<LA）とする。

【0035】処理対象のプロットPの位置がトラックT

$$DSn(t) = DTn(t) + \alpha \times \{DPn(t) - DTn(t)\}$$

式(2)において、DTn(t)は前回のスweep時に算出されたトラックTnの予測位置、DPn(t)はこのトラックTnと対応付けられたプロットPnの位置、

nの相関ゲート内であるとき、プロットPとトラックTnの間には相関関係があるとみなす。このとき、複数のプロットPと複数のトラックTnとの間に相関関係が生じる場合があるので、このような場合には以下の指標に従ってトラックTnとプロットPとを1対1に対応付ける。

【0036】(A) 1つのプロットPが複数のトラックTnと相関関係がある場合には、このプロットPに一番近いトラックTnを選定して、プロットPと対応付ける。プロットPと対応付けられたトラックTnは以降の相関判定の対象外とする。

(B) 複数のプロットPが1つのトラックTnと相関関係がある場合には、このトラックTnに一番近いプロットPを選定して、トラックTnと対応付ける。プロットPと対応付けられたトラックTnは以降の相関判定の対象外とする。

(C) 相関するトラックTnがないプロットPについては、新規のトラックとする。

【0037】図8は相関判定処理の具体例を説明するための信号波形図である。図8の例では、トラックT1の信頼度が高く、トラックT2、T3の信頼度が低い。したがって、トラックT1に設定される相関ゲートの大きさはSMであり、トラックT2、T3に設定される相関ゲートの大きさはLAである。

【0038】プロットP1はトラックT1、T2の両方と相関関係があるが、プロットP1により近いトラックT1が選定される。これで、プロットP1とトラックT1とが対応付けられ、トラックT1は相関判定の対象外となる。プロットP2もトラックT1、T2の両方と相関関係があるが、トラックT1は相関判定の対象外である。これにより、トラックT2が選定される。これで、プロットP2とトラックT2とが対応付けられ、トラックT2は相関判定の対象外となる。

【0039】プロットP3には、相関関係のあるトラックが存在しないので、新規のトラックとなる。そして、プロットP4はトラックT3と相関関係があるので、トラックT3と対応付けられる。以上のようにして、相関判定処理が終了する。

【0040】次に、処理装置3は、次のスweep時における各トラックTnの位置（距離）と速度とを予測するために、各トラックTnの位置と速度とを平滑化する。まず、処理装置3は、現スweepにおけるトラックTnの平滑化位置DSn(t)を次式のように算出する（ステップ302）。

【0041】

$$\dots (2)$$

α は後述する位置平滑化定数である。処理装置3は、このような算出をトラックTn毎に行う。

【0042】続いて、処理装置3は、現スweepにおけ

るトラックT_nの平滑化速度V_{S_n}(t)を次式のように算出する(ステップ303)。

$$V_{S_n}(t) = V_{T_n}(t) + \beta \times \{D_{P_n}(t) - D_{T_n}(t)\} / \Delta t \quad \dots (3)$$

【0043】式(3)において、V_{T_n}(t)は前回のスweep時に算出されたトラックT_nの予測速度、Δtは1スweepの時間(周期)、βは後述する速度平滑化定数である。処理装置3は、このような算出をトラックT_n毎に行う。位置平滑化定数αと速度平滑化定数βと

は、各トラックT_nの信頼度値TQ_nに応じて例えば表1のように設定される。

【0044】

【表1】

【表1】
平滑化定数

TQ _n	0	1	2	3	4	5	6	7
α	1	1	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5
β	1	1	0.5	0.25	0.2	0.17	0.14	0.125

【0045】図9は位置平滑化処理の様子を示す図である。後述する予測によって得られたトラックT_nの予測位置D_{T_n}(t)とこれに対応するプロットPの位置D_{P_n}(t)、同予測によって得られたトラックT_nの予測速度V_{T_n}(t)とこれに対応するプロットPの速度が、完全に一致することはない。その理由は、目標の運動の変化によるばらつきがあるからである。

【0046】そこで、本実施の形態では、トラックT_nの信頼度が高い(TQ_n大)場合には、平滑化位置D_{S_n}(t)と平滑化速度V_{S_n}(t)とがトラックT_nの予測位置D_{T_n}(t)と予測速度V_{T_n}(t)とに近くなるよう位置平滑化定数αと速度平滑化定数βとを設定する。

【0047】逆に、トラックT_nの信頼度が低い(TQ

$$D_{T_n}(t+1) = D_{S_n}(t) + V_{S_n}(t) \times \Delta t \quad \dots (4)$$

処理装置3は、このような算出をトラックT_n毎に行う。算出後、処理装置3は、メモリ4に格納された、トラックT_nの予測位置D_{T_n}(t)をD_{T_n}(t+1)に更新する。

$$V_{T_n}(t+1) = V_{S_n}(t)$$

処理装置3は、このような算出をトラックT_n毎に行う。算出後、処理装置3は、メモリ4に格納された、トラックT_nの予測速度V_{T_n}(t)をV_{T_n}(t+1)に更新する。

【0051】なお、相関がなかった、すなわちステップ301の相関判定処理において対応するプロットPが存在しなかったトラックT_nについては、平滑化位置D_S

$$t_n = D_{T_n}(t+1) / V_{T_n}(t+1) \quad \dots (6)$$

衝突予測時間t_nが正の値であれば自車両から離れていくことを示し、負の値であれば自車両に接近していることを示す。算出後、処理装置3は、衝突予測時間t_nをメモリ4に格納する。

【0053】次に、処理装置3は、メモリ4に格納された、各トラックT_nの信頼度値TQ_nを更新する(ステップ404)。すなわち、処理装置3は、プロットPとの相関があったトラックT_nについては、信頼度値TQ

n小)場合には、平滑化位置D_{S_n}(t)と平滑化速度V_{S_n}(t)とがプロットPの位置D_{P_n}(t)と速度とに近くなるよう位置平滑化定数αと速度平滑化定数βとを設定する。こうして、トラックT_nの予測位置および予測速度とプロットPの位置から、トラックT_nの現在の位置および速度を確定する。

【0048】次に、処理装置3は、メモリ4に格納されたトラックT_nの情報を更新する目標更新処理を行う(図2ステップ105)。図10は目標更新処理を説明するためのフローチャート図である。

【0049】まず、処理装置3は、次のスweep時におけるトラックT_nの予測位置D_{T_n}(t+1)を次式のように算出する(図10ステップ401)。

【0050】続いて、処理装置3は、次のスweep時におけるトラックT_nの予測速度V_{T_n}(t+1)を次式のように算出する(ステップ402)。

$$\dots (5)$$

n(t)および平滑化速度V_{S_n}(t)を求めることができないので、平滑化位置D_{S_n}(t)の代わりに予測位置D_{T_n}(t)を用い、平滑化速度V_{S_n}(t)の代わりに予測速度V_{T_n}(t)を用いる。

【0052】次に、処理装置3は、自車両とトラックT_nの衝突に要する時間を示す衝突予測時間t_nを次式のように各トラック毎に算出する(ステップ403)。

n)を例えば2増やす。なお、信頼度値TQ_nの最大値は例えば7で、7より大きくなることはない。また、処理装置3は、プロットPとの相関がなかったトラックT_nについては、信頼度値TQ_nを例えば1減らす。なお、信頼度値TQ_nの最低値は0で、0より小さくなることはない。

【0054】続いて、処理装置3は、更新後の信頼度値TQ_nが0かどうかを判定し(ステップ405)、更新

後の信頼度値 TQ_n が0である場合、対応するトラック T_n をメモリ4から削除する(ステップ406)。

【0055】次に、処理装置3は、非相関プロット、すなわち対応するトラック T_n がなかったプロットPが存在するかどうかを判定し(ステップ407)、非相関プロットが存在する場合は、この非相関プロットPを新規のトラック T_n としてメモリ4に格納する(ステップ408)。このとき、非相関プロットPの位置 DT_n

(t)を新規のトラック T_n の位置とし、このトラック T_n の信頼度値 TQ_n を例えば2とする。なお、新規のトラックは、表示及び警報処理の対象外であるため、速度情報は存在せず、次の相関時に移動距離と経過時間から速度情報が得られる。こうして、目標更新処理が終了する。

【0056】次に、処理装置3は、トラック T_n の更新後の予測位置 $DT_n(t+1)$ 、更新後の予測速度 $VT_n(t+1)$ 、衝突予測時間 t_n に基づいて警報発生処理を行う(ステップ106)。図11は警報発生処理を説明するためのフローチャート図である。

【0057】トラック T_n の予測位置 $DT_n(t+1)$ は、自車両とトラック T_n との距離を示している。したがって、処理装置3は、各トラック T_n の予測位置 $DT_n(t+1)$ が予め設定された距離以下であるか否かを判定し(図11ステップ501)、予測位置 $DT_n(t+1)$ が予め設定された距離以下になったトラック T_n がある場合には、衝突の危険があると判断して、車両の搭乗者に危険を知らせる警報音または警報メッセージを音声出力装置6に出力させる(ステップ502)。

【0058】また、トラック T_n の予測速度 $VT_n(t+1)$ は、自車両とトラック T_n との相対速度を示しており、予測速度 $VT_n(t+1)$ が正の値であれば自車両から離れていくことを示し、負の値であれば自車両に接近していることを示す。さらに、予測速度 $VT_n(t+1)$ の絶対値が例えば自車速度 $\pm 10 \text{ km/h}$ の範囲内であれば、トラック T_n は静止目標であると見なすことができる。

【0059】したがって、処理装置3は、各トラック T_n の接近速度が予め設定された速度以上、すなわち予測速度 $VT_n(t+1)$ が負の値で、かつ予測速度 $VT_n(t+1)$ の絶対値が予め設定された速度以上であるか否かを判定し(ステップ503)、接近速度が予め設定された速度以上になったトラック T_n がある場合、衝突の危険があると判断して、警報音あるいは警報メッセージを音声出力装置6に出力させる(ステップ502)。

【0060】また、衝突予測時間 t_n が正の値であれば自車両から離れていくことを示し、負の値であれば自車両に接近していることを示している。したがって、処理装置3は、衝突予測時間 t_n が負の値で、かつ衝突予測時間 t_n の絶対値が予め設定された時間以内であるか否かを判定し(ステップ504)、衝突予測時間 t_n が負

の値で、かつその絶対値が予め設定された時間以内であるトラック T_n がある場合には、衝突の危険があると判断して、警報音あるいは警報メッセージを音声出力装置6に出力させる(ステップ502)。こうして、警報発生処理が終了する。

【0061】次に、処理装置3は、検出結果の表示処理を行う。この表示処理では、まず現時刻が表示すべきタイミングであるかどうかを判定する(ステップ107)。表示周期は、1スweepあるいは所定の時間(例えば1秒)に設定されている。処理装置3は、現時刻が表示すべきタイミングであれば、検出結果を表示装置5の画面に表示させる。

【0062】図12は検出結果の1表示例を示す図である。図12(a)は、表示装置5の画面に、包絡線信号 Env 、プロットP、包絡線信号 Env の4秒間の履歴、トラック T_n の4秒間の履歴等を表示した様子を示す図である。図12(b)は、表示装置5の画面に、トラック T_n の予測位置 $DT_n(t+1)$ 、予測速度 $VT_n(t+1)$ 、衝突予測時間 t_n 、信頼度値 TQ 等を表示した様子を示す図である。

【0063】以上のようなステップ101~108の処理がトリガ信号 $Trig$ が入力される度、すなわち1スweep毎に繰り返される。なお、本実施の形態では、レーダ1が単数の場合について記載しているが、レーダ1が複数の場合には、レーダ毎に同様の処理を行えばよい。

【0064】また、本実施の形態では、表示装置5の画面に図12に示すような検出結果を表示しているが、実際の車両に搭載する場合には、より簡単な表示形態の方が好ましい。図13は検出結果の他の表示例を示す図である。図13の例では、画面の中央に自車両と自車両に搭載されたレーダとを表示し、その周囲に各レーダによって検出された目標を表示している。目標に付加された矢印は、目標の予測速度ベクトルを示している。処理装置3は、ステップ106の警報発生処理において衝突の危険があると判断した場合、該当する目標を例えば赤色で表示させることで警報を発する。これと同時に、音声出力装置6からの警報出力を行ってもよい。

【0065】また、本実施の形態では、物体までの距離を測定するセンサとして、電磁波を放射するレーダを用いているが、レーザ光を放射して受光するレーダを用いてもよい。ただし、本発明では、障害物を探知する関係上、車両の周囲を広い範囲にわたって走査する必要がある。電磁波を使用する場合には、レーダを動かすことなく広い範囲にわたって走査することができる。これに対して、レーザ光は鋭い指向性を有しているので、レーザ光を使用する場合には、レーザ光を所定角度にわたって掃引照射する必要があり、このための駆動機構が必要となる。したがって、車両用の障害物検出装置としては、電磁波を放射するレーダを用いる方が好ましい。

15

【0066】【実施の形態の2】実施の形態の1における処理装置3はコンピュータで実現することができる。本発明の車両用障害物検出方法を実現させるためのプログラムは、フロッピディスク、CD-ROM、メモリカード等の記録媒体に記録された状態で提供される。この記録媒体をコンピュータの補助記憶装置に挿入すると、媒体に記録されたプログラムが読み取られる。そして、コンピュータのCPUは、読み込んだプログラムをRAMあるいは大容量の記憶装置に書き込み、このプログラムに従って図2で説明したような処理を実行する。10
 こうして、実施の形態の1と同様の動作を実現することができる。

【0067】

【発明の効果】本発明によれば、電磁波を放射するレーダを用いることにより、気象条件に左右されない正確な目標探知が可能となり、超音波センサに比べて誤作動の確率を小さくすることができる。また、電磁波の性質上遠距離探知が可能であり、比較的遠方の目標を早くから探知することが可能になる。また、反射波の検出結果に基づき障害物となり得る目標を探知し、目標の位置、目標と自車両との相対速度及び目標と自車両の衝突予測時間をリアルタイムで算出して、個々の目標と自車両の衝突の危険性を予測し、衝突の危険性がある場合には警報を発するので、交通事故を未然に防止し、搭乗者の安全性向上を実現することができる。

【0068】また、反射波の検出結果をサンプリングした各サンプル値について、その前後のサンプル値からしきい値を算出し、このしきい値を超えるサンプル値を目標として抽出することにより、目標を容易に探知ことができ、前回のレーダ走査で探知した追尾中の目標と新たに探知した目標との相互相関関係を判定して追尾中の目標と新たに探知した目標とを対応付け、個々の目標

16

の運動状態を確定することにより、目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を容易に算出することができ、目標の位置、相対速度及び衝突予測時間を予め設定された値と比較することにより、目標と自車両の衝突の危険性を容易に判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態となる車両用障害物検出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 図1の車両用障害物検出装置の動作を説明するためのフローチャート図である。

【図3】 レーダの送信波形を示す図である。

【図4】 目標探知処理を説明するためのフローチャート図である。

【図5】 目標探知処理を説明するための信号波形図である。

【図6】 目標探知処理を説明するための信号波形図である。

【図7】 目標追尾処理を説明するためのフローチャート図である。

【図8】 相関判定処理の具体例を説明するための信号波形図である。

【図9】 位置平滑化処理の様子を示す図である。

【図10】 目標更新処理を説明するためのフローチャート図である。

【図11】 警報発生処理を説明するためのフローチャート図である。

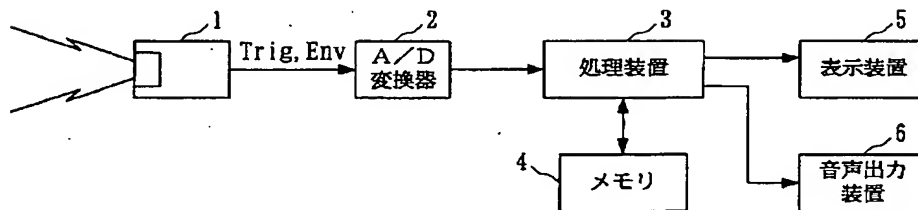
【図12】 検出結果の1表示例を示す図である。

【図13】 検出結果の他の表示例を示す図である。

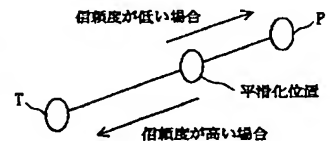
【符号の説明】

1…レーダ、2…A/D変換器、3…処理装置、4…メモリ、5…表示装置、6…音声出力装置。

【図1】



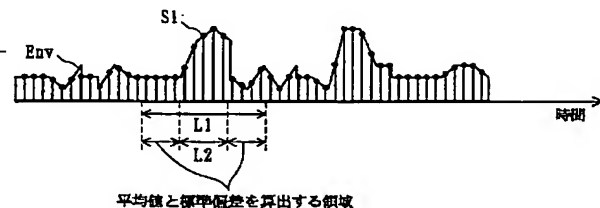
【図9】



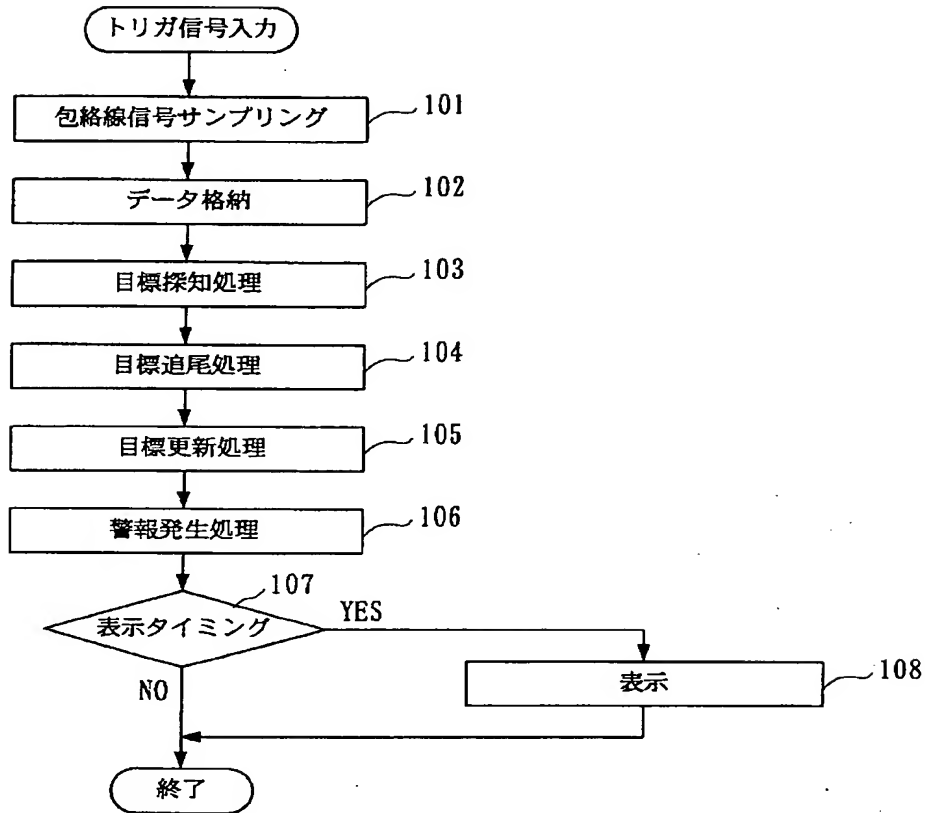
【図3】



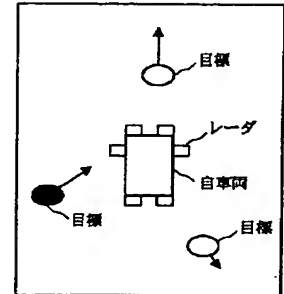
【図6】



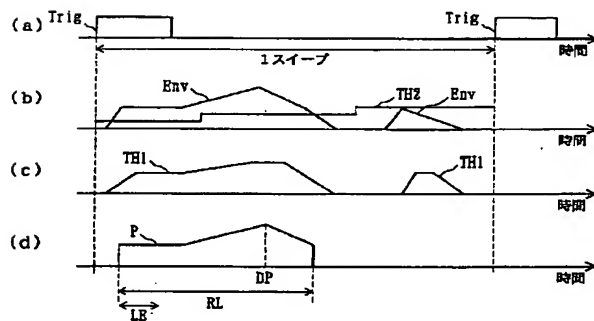
【図 2】



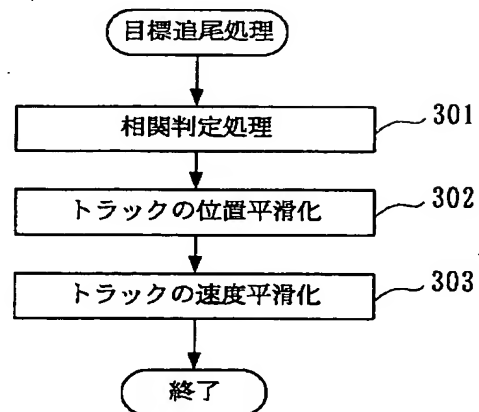
【図 1 3】



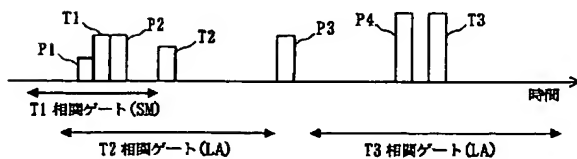
【図 5】



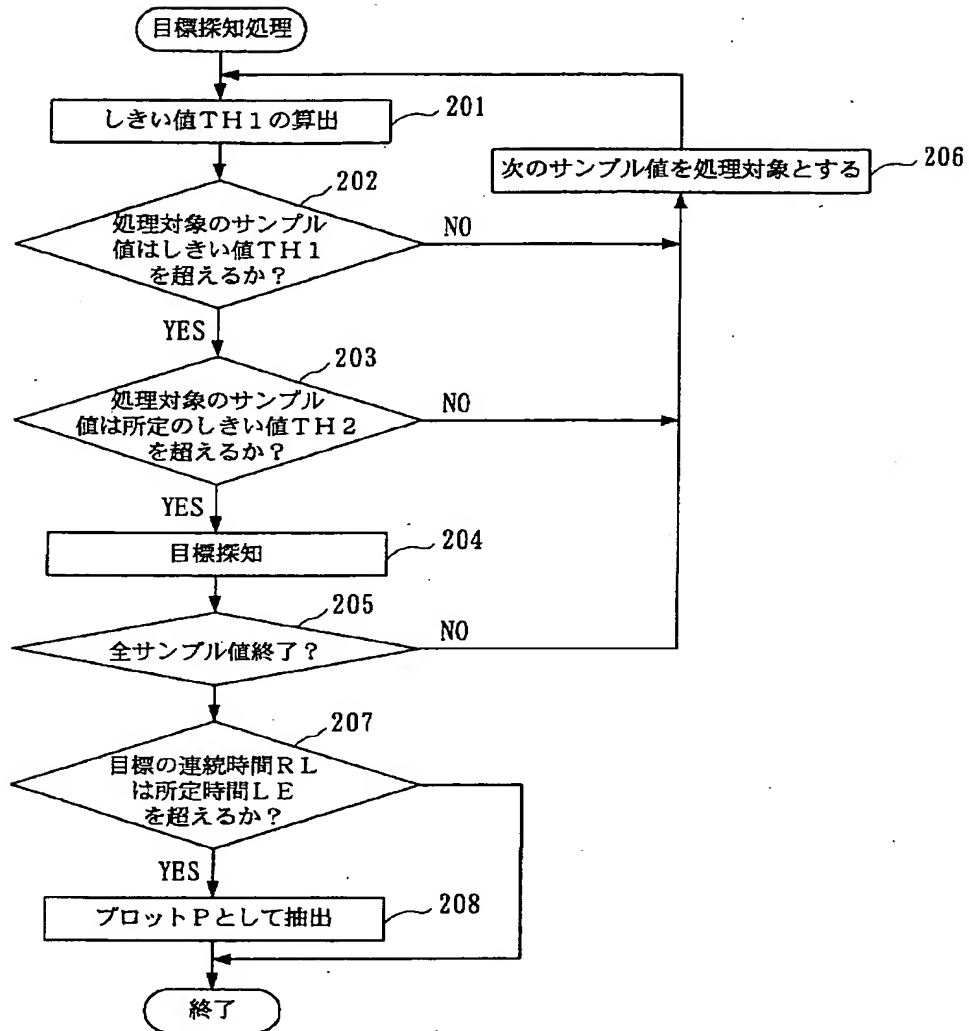
【図 7】



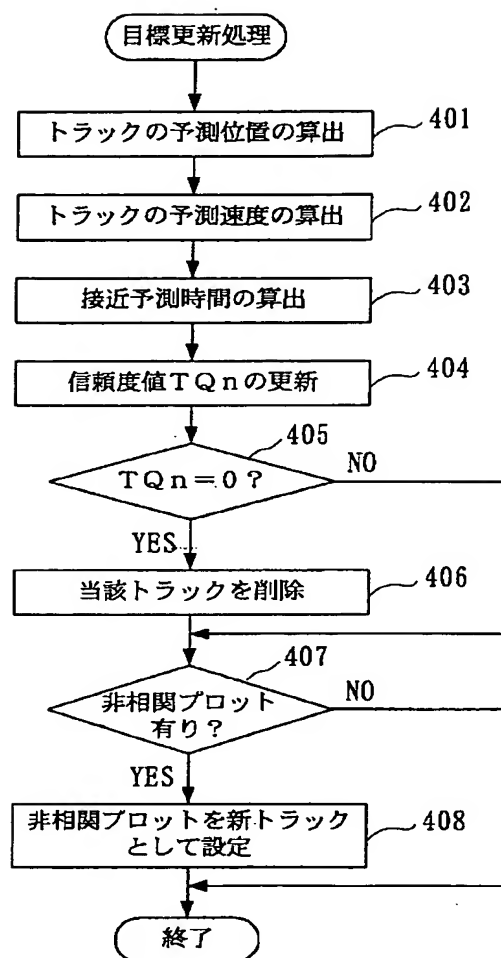
【図 8】



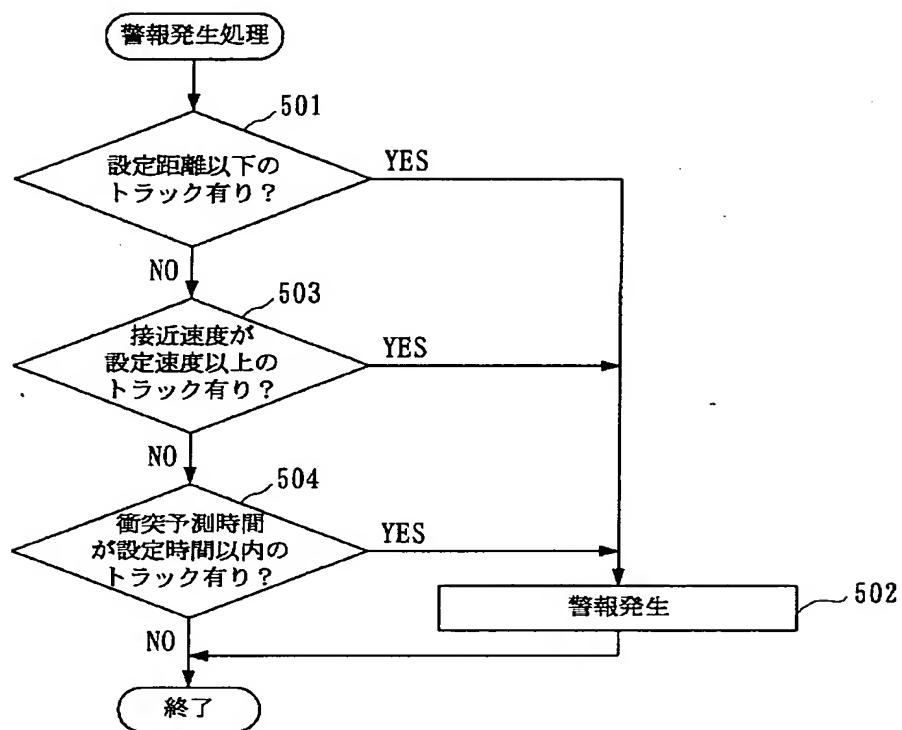
【図4】



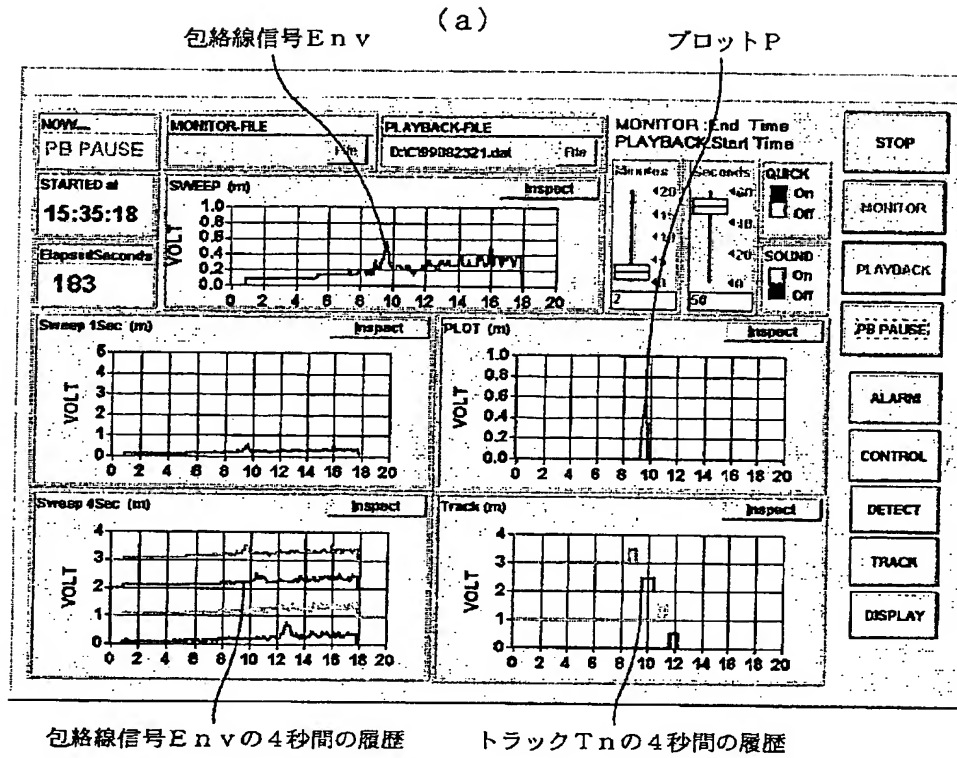
【図10】



【図 11】



【図12】



(b)

予測位置 予測速度 衝突予測時間 TQ

Number	Alarm Indicator			Track Store Detail Display					Recording	TrackNo
	Range	VEL	TIME	Range (m)	Velocity (m/s)	Time (Sec)	Quality	Length (m)	On/Off	
1	Range1	VEL1	TIME1	8.54	-1.07	-8.0	7	0.50		100
	Range2	VEL2	TIME2							90
	Range3	VEL3	TIME3							80
	Range4	VEL4	TIME4							70
										60
										50
										40
										30
										20
										10
										0

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

FI

テ-マ-コード (参考)

G O I S 13/42
13/60
13/93

G O I S 13/42
13/60
13/93

C
Z

G O 8 B 21/00

G O 8 B 21/00

H

Fターム(参考) 5C086 AA54 BA22 CA06 DA01 DA08
EA15 EA41 EA45
5H180 AA01 BB13 CC03 CC12 CC14
LL01 LL07
5J070 AB01 AB24 AC01 AC02 AC06
AE01 AF03 AH04 AH31 AK22
BF03 BF12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.